المملكة العربية السعودية
وزارة التعليم العالي
جامعة أم القرى
كلية العلوم الاجتماعية
قسم الجغرافيا

# خصائص درجة الحرارة في مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة "دراسة في المناخ الحضري"

دراسة مقدمة لقسم الجغرافيا كمتطلب تكميلي لنيل درجة الماجستير في الجغرافيا

إعداد الطالب
سامي بن صالح ثابت علي

إشراف الدكتور
مسعد سلامة مسعد مندور
أستاذ الجغرافيا المناخية المشارك بقسم الجغرافيا

الفصل الدراسي الأول
لعام ١٤٣٣/١٤٣٤هـ

المملكة العربية السعودية
وزارة التعليم العالي
جامعة أم القرى
عمادة الدراسات العليا

بسم الله الرحمن الرحيم

# نموذج رقم (١٩)

## إجازة أطروحة علمية في صياغتها النهائية بعد إجراء التعديلات
## وبيانات الإتاحة بمكتبة الملك عبد الله بن عبد العزيز الرقمية

UMM AL-QURA UNIVERSITY

### بيانات الطالب

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Name | Sami Saleh Thabet Ali | | | | سامي بن صالح ثابت علي | | الاسم |
| University ID | 43080277 | | | | ٤٣٠٨٠٢٧٧ | | الرقم الجامعي |
| College | Social Sciences | | | | العلوم الاجتماعية | | الكلية |
| Department | Geography | | | | الجغرافيا | | القسم |
| Academic Degree | Master | year | 2012 | ١٤٣٤هـ | السنة | ماجستير | الدرجة العلمية |
| E-mail | Sam.i.l.u@hotmail.com | | | | | | البريد الالكتروني |

### بيانات الأطروحة (الرسالة) العلمية

الحمد لله رب العالمين، والصلاة والسلام على أشرف الأنبياء والمرسلين، وعلى آله وصحبه أجمعين، وبعد:
فبناءً على توصية اللجنة المكونة لمناقشة الأطروحة العلمية، والتي تمت مناقشتها بتاريخ ١٤٣٤/٢/٥هـ، بقبول الأطروحة بعد إجراء التعديلات المطلوبة، وحيث تم عمل اللازم، فإن اللجنة توصي بإجازة الأطروحة في صياغتها النهائية المرفقة، كمتطلب تكميلي للدرجة العلمية المذكورة أعلاه. والله الموفق.

| | |
|---|---|
| عنوان الأطروحة كاملاً | خصائص درجة الحرارة في مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة "دراسة في المناخ الحضري" |

### أعضاء اللجنة

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| المشرف على الرسالة | الاسم | د. مسعد سلامه مسعد مندور | التوقيع | |
| المناقش الداخلي | الاسم | أ.د. جهاد محمد عزت قربه | التوقيع | |
| المناقش الخارجي | الاسم | د. تركي بن محمد حبيب الله | التوقيع | |
| مصادقة رئيس القسم | الاسم | د. خالد بن عبد الرحمن الغامدي | التوقيع | |

### إتاحة الأطروحة (الرسالة) العلمية

بناء على التنسيق المشترك بين عمادة الدراسات العليا و عمادة شؤون المكتبات، بإتاحة الرسالة العلمية للمكتبة الرقمية، فإن للطالب الحق في التأشير ( ✓ ) على أحد الخيارات التالية :

- ○ **لا أوافق** على إتاحة الرسالة كاملة في المكتبة الرقمية، وأعلم أن للمكتبة الحق في استخدام عملي أو إتاحته في إطار الاستخدام المشروع الذي يسمح به نظام حماية حقوق المؤلف في المملكة العربية السعودية.
- ✗ **أوافق** على إتاحة الرسالة في المكتبة الرقمية، وتصوير الرسالة كاملة بدون مقابل.
- ○ **أوافق** على تصوير الرسالة كاملة بمقابل وفق شروط مكتبة الملك عبدالله الرقمية والتي سبق وأن أطلعت و وافقت عليها.

| | | | |
|---|---|---|---|
| توقيع الطالب | | التاريخ | ١٤٣٤/٢/٥هـ |

يعبأ النموذج باستخدام الحاسب الآلي، ويوضع أمام الصفحة المقابلة لصفحة عنوان الأطروحة (الرسالة) العلمية في كل نسخة من الرسالة

بسم الله الرحمن الرحيم

**ملخص الرسالة**

تتناول الدراسة خصائص درجة الحرارة في مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة وصولاً إلى رصد التباينات المكانية والزمانية لدرجة الحرارة بين أحياء المدينة ومناطق المشاعر المقدسة وإظهار العوامل المؤثرة في هذا التباين إضافة إلى تناول الاختلافات المكانية واليومية لدرجة الحرارة في أيام الحج للمواسم من ٢٠٠٣-٢٠١٠م، وتم الاعتماد على البيانات الساعية لمحطات معهد خادم الحرمين الشريفين لأبحاث الحج والعمرة إضافة إلى محطة مكة المكرمة التابعة للرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة.

وتحتوي الدراسة على ستة فصول، الفصل الأول خصص لتناول الإطار النظري والمفاهيم الأساسية للدراسة، ويتناول الفصل الثاني العوامل المؤثرة في درجة حرارة مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة، والفصل الثالث تناول خصائص وتوزيع درجة الحرارة في مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة، والفصل الرابع أهتم بدراسة درجات الحرارة العظمى والصغرى والتطرفات الحرارية بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة، والفصل الخامس تضمن خصائص درجة الحرارة في مواسم الحج بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة للمواسم من ٢٠٠٣-٢٠١٠م، ودراسة تفصيلية لأيام حج ١٤٣٢هـ، وجاء الفصل السادس متضمناً أهم النتائج والتوصيات التي خلصت إليها الدراسة.

وأسفرت النتائج عن تباين درجة الحرارة من شهر لآخر في مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة، كما تباينت درجات الحرارة بين أحياء المدينة واختلف مقدار التباين من شهر لآخر إلاّ أن مدينة مكة المكرمة تتسم بارتفاع درجة الحرارة معظم أيام السنة، إذ بلغت نسبة تكرار المتوسطات اليومية لدرجة الحرارة المتراوحة من ٣٠-٤٠°م إلى أكثر من ٥٠% من أيام الدراسة، واختلف التوزيع المكاني لدرجة الحرارة من حي لآخر وتركزت أعلى درجات حرارة حول محطة العزيزية في أحياء الجامعة والنسيم والهجرة والمنطقة المركزية حول الحرم المكي، وتكونت جزيرة حرارية واضحة المعالم على المنطقة المركزية المحيطة بالحرم المكي وعلى أحياء العزيزية وبطحاء قريش والنسيم والهجرة في شهور ديسمبر وفبراير ومارس وأبريل ويوليو وأكتوبر ونوفمبر مع اختلاف في مساحة الجزيرة من شهر لآخر.


| الطالب | المشرف على الرسالة | عميد كلية العلوم الاجتماعية |
|---|---|---|
| التوقيع: | التوقيع: | التوقيع: |
| سامي بن صالح ثابت علي | د. مسعد سلامه مسعد مندور | د. محمد بن أحمد عثمان باصقر |

## Abstract

This study focuses on the temperature characteristics of Makkah city and the holly places, aiming to observe the spatial and time variations of temperature within the city' districts and the holly places. Additionally, the study objectives include the analysis of the factors affect these differences, beside the investigation of the temperature properties during the Hajj seasons for the period 2003-2010. The analysis is based on the hourly metrological datasets of both Hajj institute's metrological stations and the governmental metrological station located in Makkah city.

The study consists of six chapters. Chapter One presents the theoretical frame and the basic concepts. Chapter Two deals with the factors affecting the temperature in Makkah city and the holly places, while Chapter Three focuses on the temperature characteristics and spatial distribution. In Chapter Four, the minimum and maximum temperature are analyzed in details. Chapter Five focuses on the temperature properties during the Hajj seasons from 2003 to 2010. Chapter Six presents the conclusions and recommendations.

The accomplished results indicte that the temperature in Makkah city poses considerable monthly variations. Additionally, there are substantial spatial temperature variations in the study area. It has been found that the frequency percentage of the daily temperature, from 30 to 40 °C, reached more than 50% of the number of days during data collection. The spatial temperature varies from one district to another within Makkah city. The highest temperature found to be around the Azizia metrological station and the central area around the Holly Mosque. A heat island was developed on that area, including Azizia, Batah Quraish, Al-Naseem and Al-Hijra districts, during December, February, March, April, July, October, and November. However, the area of this heat island varies from one month to another.

| The Student | The Supervisor | Dean of College of Social Sciences |
|---|---|---|
| Signature: | Signature: | Signature: |
| Sami Saleh Thabet Ali | Dr. Mosaad Salam Mandour | Dr. Mohamed Ahmed Basager |

## شكر وتقدير

الحمد لله رب العالمين على منه وفضله وكرمه أن منّ علي ووفقني ويسر لي جميع السبل لإنجاز هذه الرسالة، حيث كانت ثمرة خيرة لجهود موفقة أدت إلى استكمالها وظهورها بهذه الصورة المشرفة.

لذا فمن دواعي سروري وعظيم فخري أن أبدأ بشكري وتقديري وعرفاني بالجميل لسعادة الدكتور الفاضل مسعد سلامه مندور الذي أشرف على هذه الرسالة وساهم في توجيهي منذ الخطوة الأولى وحتى النهاية بروح علمي كبير، والشكر أيضاً موصول لسعادة رئيس القسم الحالي الدكتور خالد بن عبد الرحمن الغامدي والرؤساء السابقين وللسادة أعضاء هيئة التدريس بقسم الجغرافيا الذين كان مثالاً لخدمة العلم والعطاء لكل من يطرق باب العلم.

كما أتوجه بالشكر الجزيل لكافة الجهات الحكومية التي ساهمت في إثراء هذه الرسالة بالبيانات والمعلومات، ولمعهد خادم الحرمين الشريفين لأبحاث الحج والعمرة وجميع العاملين، وللرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة.

وخالص حبي وشكري وتقديري لوالديّ أمد الله في عمرهما اللذين أحسنا إلي كبيراً وصغيراً وبدعائهما كان لي النجاح والتوفيق بعد الله سبحانه وتعالى، ولأم أولادي التي أعطتني كامل الرعاية والتشجيع والمساعدة لي طوال فترة دراستي جزاها الله خير الجزاء، وكذلك لأولادي الذين كانوا لي دافعاً قوياً لمواصلة تعليمي العالي.

وأخيراً أقدم شكري لكل من ساعدني ووجهني أو أسدى لي خدمة بشكل مباشر أو غير مباشر لإخراج هذه الرسالة وكتب الله لهم ما أحسنوا في ميزان حسناتهم، وأرجو من الله أن ينفع بهذا العمل المتواضع ويجعله عملاً خالصاً لوجهه الكريم وصلى الله على سيدنا محمد وعلى آله وصحبه وسلم.

الباحث

## فهرس الموضوعات

# فهرس الجداول

# فهرس الأشكال

# الفصل الأول

## الإطار النظري للدراسة

(١-١) تحديد منطقة الدراسة

(١-٢) موضوع الدراسة وأهميته

(١-٣) تساؤلات الدراسة

(١-٤) أهداف الدراسة

(١-٥) محطات الرصد الجوي المستخدمة في الدراسة

(١-٦) مناهج وأساليب الدراسة

(١-٧) مصطلحات الدراسة

(١-٨) الدراسات السابقة

(١-٨-١) دراسات المناخ الحضري بالمنطقة العربية

(١-٨-٢) دراسات مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة

## الإطار النظري للدراسة

**مقدمة:**

يعد المناخ الحضري (مناخ المدينة) Urban Climate أحد محاور الدراسة في المناخ التطبيقي التي لاقت اهتماماً كبيراً من قبل الدارسين والمخططين على المستويين العالمي والإقليمي خلال العقود الأخيرة، والمناخ الحضري هو محصلة أشكال النشاط البشري التي غيرت من ملامح البيئة الطبيعية وأثرت فيها بشكل مباشر ، حيث يتأثر الغلاف الهوائي فوق المدن بأشكال النمو الحضري وخصائصه، وينشأ نوعاً من المناخ المحلي للمدينة ينحرف عن التركيب المناخي الإقليمي الذي تقع بداخله المدينة ويفرز آثاراً بيئية متعددة ، وهو ما جعل كثير من المتخصصين في علم المناخ يصفونه بأنه صناعة بشرية Man-made climate . وكشفت دراسات المناخ التفصيلي Microclimate للمدن تبايناً كبيراً في درجات الحرارة بين نطاقات المدينة الواحدة وفي مكونات هوائها ، وحركة الهواء وتدفقه خلال شوارعها وطرقها وغيرها من المظاهر المناخية التي تتبع هذا التباين.

ودراسات المناخ التفصيلي للمدن تبحث في الأسباب التي أدت إلى هذا التباين والاختلاف، وتحليل أنماط عناصر المناخ بداخلها، ومناخ المدينة هو محصلة خصائص موقعها وموضعها وحجمها السكني والسكاني، وتوزيع استخدامات الأرض والطرق، وما ينبعث من الكتل الحجرية والحوائط الخرسانية المسلحة لتلك المباني والمنشآت والإسفلت من حرارة، وما يتسرب من أجهزة التبريد والمكيفات، وما ينبعث من عوادم المركبات، وما تحمله الرياح من غبار وأتربة ومواد صلبة تتطاير في الهواء المحيط بالمدينة فيتزايد انطلاق الحرارة.

ومدينة مكة المكرمة قبلة المسلمين المتميزة بخصائص موضعية وتضاريسية وبشرية أحدثت تغيرات في الخصائص الحرارية الخاصة بالمدينة مختلفة عن الإقليم الواقعة بداخله، وأهم هذه الخصائص:

- انتشار الجبال[١] التي تقطعها الأودية في مدينة مكة المكرمة. فالجبال تغطي ٥٣% من مساحة مكة المكرمة بينما تغطي الأودية ٤٧% تقريباً (رقية حسن نعيم، ١٩٩١،ص٦١).

[١] ) اصطلاح الجبال هو الاصطلاح المستخدم في المدينة وعلى الخرائط بالرغم من أن أعلى قمة في المدينة تبلغ ٩٨٣متر وهذا الارتفاع لا يشكل ارتفاع الجبال

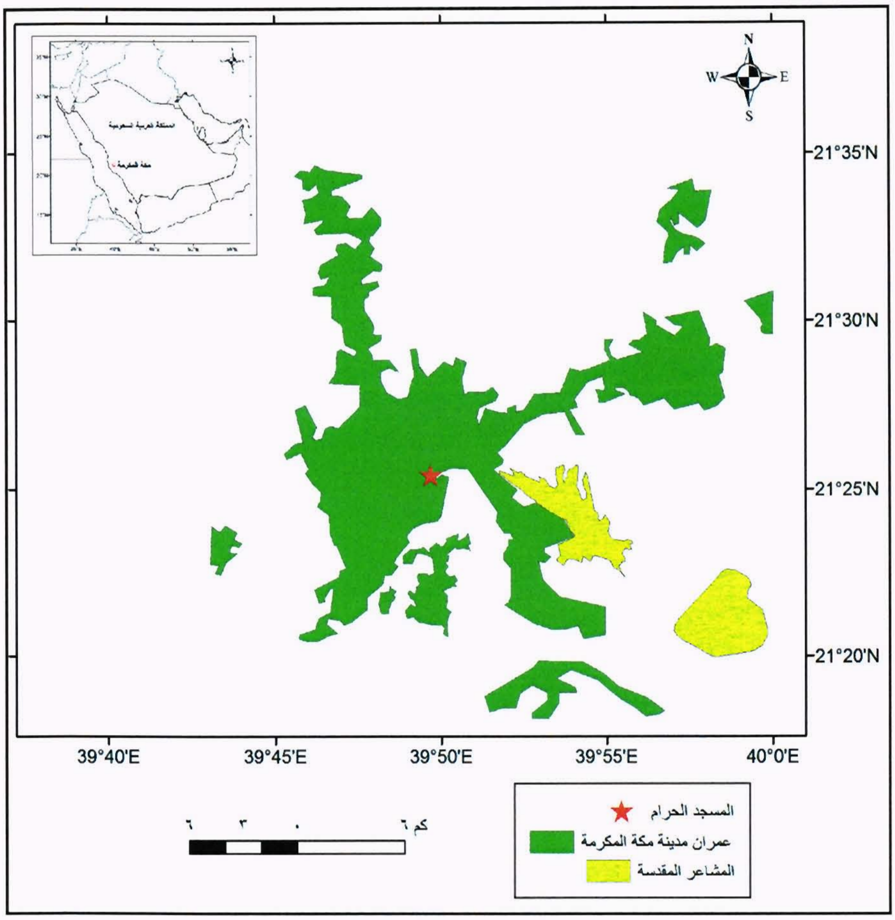
- تعرض المدينة لتغيرات في البيئة الطبيعية والبشرية بشكل كبير حيث عدل الإنسان من ملامح تضاريس المدينة بقطعه للجبال والبناء بدلاً منها، وإنشاء وتشييد الوحدات السكنية والمخططات السكنية الجديدة، مثل مخطط الشوقية والتنعيم والتخصصي والمسفلة وولي العهد.
- شق العديد من الأنفاق وارتفاع نسبة الطرق المرصوفة بالمدينة، فضلاً عن استخدام أعداد هائلة من المكيفات في المنازل والفنادق والوحدات السكنية المختلفة.
- الهجرات البشرية الحادثة خلال مواسم الحج والعمرة والتي لا تحدث في أي مدينة أخرى على مستوى العالم، إذ بلغ إجمالي عدد الحجاج في موسم حج عام ١٤٣٢هـ ٢.٩٢٧.٧١٧ حاج، وبلغ في موسم حج عام ١٤٣٣هـ ٣.١٦١.٥٧٣ حاج، ويشير هذا إلى زيادة أعداد الحجاج منذ عام ١٤٢٣هـ عن ٢ مليون حاج حتى وصل إلى أكثر من ٣ مليون حاج عام ١٤٣٣هـ كما يظهر في ملحق رقم (١).

**(١-١) تحديد منطقة الدراسة:**

تقع منطقة الدراسة فيما بين دائرتي عرض ١٥´ ٢١° ، ٣٥´ ٢١° شمالاً وخطي طول ٤٠´ ٣٩° ، ١٠´ ٤٠° شرقاً، بذلك تمتد منطقة الدراسة في نحو ٢٠´ عرضية و ٣٠´ طولية كما في الشكل رقم (١-١) وتبلغ مساحة منطقة الدراسة بهذا التحديد الفلكي إلى ١٥٩٣كم². وتتكون مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة من العديد من المناطق والأحياء المنفصلة عن بعضها البعض بالجبال والتلال المنتشرة بالمدينة.

وتم تحديد منطقة الدراسة بخطوط الطول ودوائر العرض وعدم اتخاذ حدود منطقة الحرم المكي الشريف كحدود لمنطقة الدراسة لطبيعة الموضوع والذي يتناول خصائص درجة الحرارة في مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة، إضافة إلى طبيعة النمو العمراني لمكة المكرمة بظهور أحياء ومخططات سكنية جديدة خارج حدود منطقة الحرم المكي على الأطراف الشمالية الشرقية والشمالية والغربية. ومنها مخطط التخصصي (الزايدي) الذي يقع في الجزء الغربي لمدينة مكة المكرمة على مساحة تصل إلى ١٤٧٦٤٣٠ متر

مربع، ومخطط الشوقية الذي يقع في الجزء الجنوبي الغربي لمدينة مكة المكرمة على مساحة ٤٢٧١٠٩٤ متر مربع، ومخطط التنعيم الذي يقع في الجزء الشمالي لمدينة مكة المكرمة على مساحة ١٥٤٦٥٠٠ متر مربع، ومخطط بطحاء قريش الذي يقع في الجزء الجنوبي لمدينة مكة المكرمة على مساحة تصل إلى ٣٣١٣٧١١ متر مربع (سناء صالح الحبيشي،٢٠٠٩،ص ص ١٨-٥٧).




**شكل (١-١) موقع منطقة الدراسة**

## (١-٢) موضوع الدراسة وأهميته:

تبرز أهمية الدراسة لكونها دراسة تفصيلية لعنصر من عناصر المناخ داخل مدينة محددة المساحة وصولاً إلى رصد وتحليل كافة متغيرات درجة الحرارة على المستوى الأفقي وعلاقتها بالتغيرات الطبيعية والبشرية. وتم اختيار مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة لدراسة درجة حرارة المدينة وخصائصها وتوزيعها

وتبايناتها المكانية والزمانية نظراً لمكانة المدينة الدينية فهي قبلة المسلمين، علاوة على قلة الدراسات المناخية التي تناولت مدينة مكة والمشاعر المقدسة بشكل تفصيلي في المناخ الحضري. ومن ثم فإن هذه الدراسة سوف تعطي المخططين ومتخذي القرار بمشيئة الله صورة حقيقية وفعلية للوقوف على الخصائص المحلية لدرجة حرارة مدينة مكة والمشاعر المقدسة حتى يتسنى لهم أخذ ذلك بعين الاعتبار عند وضع الخطط المستقبلية التي تهدف لراحة وخدمة الحجاج والمعتمرين والسكان وزيادة أعدادهم في المستقبل.

**(١-٣) تساؤلات الدراسة:**

تحاول الدراسة الإجابة علي عدد من الأسئلة ، هي :

- ما هي التأثيرات الناجمة عن جغرافية المدينة في درجات الحرارة بمدينة مكة والمشاعر المقدسة، وما هي أكثرها تأثيراً.
- هل يوجد تباين في المعدلات اليومية والشهرية والسنوية لدرجات الحرارة بين أحياء مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة.
- هل هناك تباين مكاني في درجات الحرارة العظمى والصغرى والمدى اليومي والشهري والسنوي بين أحياء المدينة والمشاعر المقدسة خلال أيام وشهور السنة.
- هل تتكون جزر حرارية في مدينة مكة والمشاعر المقدسة ، وإن تكونت فما هي أيام وشهور السنة التي تتكون بها تلك الجزر وما أسباب تكونها.
- ما أثر ارتفاع الكثافة السكانية أثناء مواسم الحج والعمرة في تباين درجات الحرارة بين أحياء مدينة مكة والمشاعر المقدسة .
- هل يوجد تباين في درجات الحرارة في أيام مواسم الحج؟ أم أنها ثابتة في فترة الحج بدءً من يوم التروية وحتى آخر أيام التشريق.
- هل تتباين درجات الحرارة فيما بين أحياء مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة؟ وما مقدار هذا التباين.

### (١-٤) أهداف الدراسة:

تهدف الدراسة إلي:

- تحديد ودراسة العوامل الطبيعية والبشرية المؤثرة في اختلاف درجة حرارة أحياء مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة.
- التحليل الجغرافي المقارن للمتوسطات اليومية والشهرية والفصلية والسنوية لدرجات الحرارة بين أحياء مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة.
- دراسة التوزيع والتباين المكاني والزماني لدرجة الحرارة داخل المدينة لإظهار الاختلافات المكانية اليومية والشهرية والفصلية والسنوية.
- رصد الجزر الحرارية بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة ومدى تأثيرها على راحة الحجاج والمعتمرين.
- رصد درجات الحرارة العظمى والصغرى وتباينها الزماني والمكاني في أحياء مدينة مكة المكرمة وصولاً إلى معرفة المدى الحراري وتباينه اليومي والشهري والسنوي.
- معرفة التطرفات الحرارية وتباينها الزماني والمكاني بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة.
- التحليل الجغرافي لخصائص درجة الحرارة لمواسم الحج بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة للفترة من ٢٠٠٣-٢٠١٠م.

### (١-٥) محطات الرصد الجوي المستخدمة في الدراسة:

تعتمد الدراسة على سبع محطات رصد جوي، هي: الشرائع والليث وعرفات والعزيزية والعابدية والنوارية ومكة المكرمة. ويتضح من خلال جدول رقم (١-١) وشكل (١-٢) أن المحطات التي أعتمدت عليها الدراسة مقسمة تبعاً لتبعيتها إلى ثلاثة أنواع:

**النوع الأول:** المحطات التابعة لمعهد خادم الحرمين الشريفين لأبحاث الحج والعمرة، وهي العزيزية والشرائع والليث (ولي العهد) والعابدية والنوارية والأربعة الأولى هي محطات تم الاعتماد عليها بصورة رئيسية، أما العابدية والنوارية تم استخدامها في دراسة التباينات اليومية لدرجة الحرارة في موسم حج

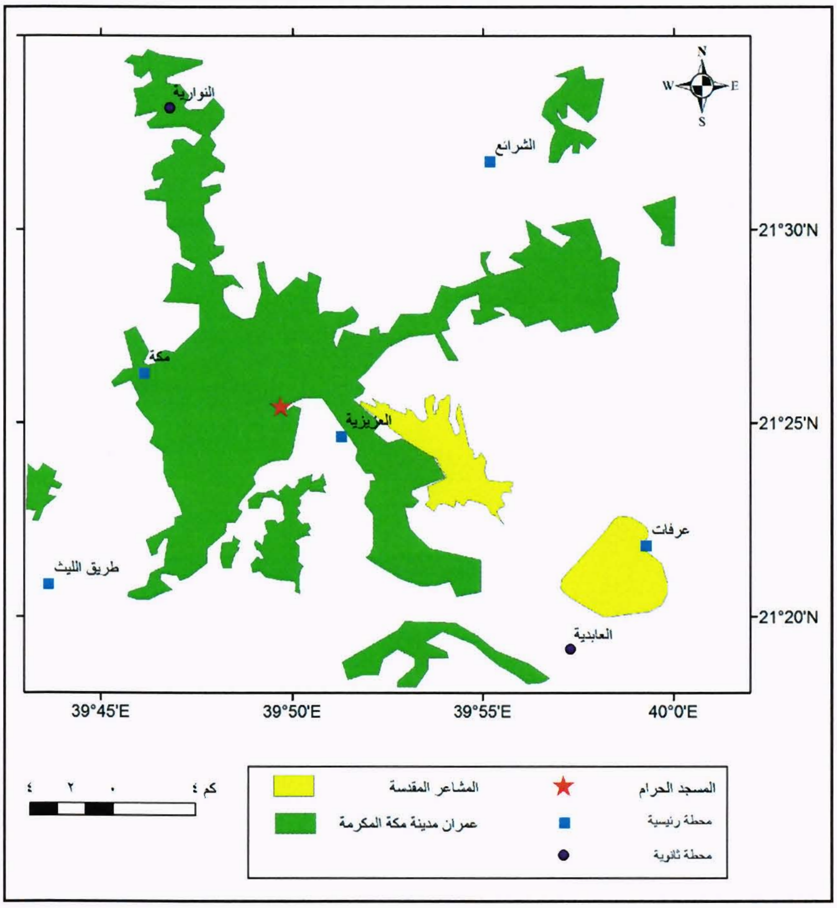
١٤٣٢هـ وجميعها محطات آلية كما يظهر في صورة رقم (١-١) ، واختلفت المحطات فيما بينها في فترة القياس والعناصر التي تقيسها، وفيما يلي عرض لأهم خصائص كل محطة على حده:

- محطة الشرائع : محطة رئيسية في ا لدراسة وتقيس عناصر الإشعاع الشمسي ودرجة الحرارة وسرعة واتجاه الرياح والرطوبة النسبية وكمية المطر خلال الفترة من شهر ١١ /٢٠٠٢ وحتى الآن.
- محطة الليث (ولي العهد حالياً): هي محطة رئيسية في الدراسة وتقيس الإشعاع الشمسي ودرجة الحرارة وسرعة واتجاه الرياح والرطوبة النسبية وكمية المطر، وبدأت في الرصد من شهر ٢٠٠٢/٥م وحتى الآن.
- محطة عرفات: تقيس الإشعاع الشمسي ودرجة الحرارة وسرعة اتجاه الرياح والرطوبة النسبية وكمية المطر، وبدأت المحطة في قياس جميع العناصر في شهر ٢٠٠٢/٣م ثم نقلت إلى طريق عرفات الدائري وأعيد تشغيلها في شهر ٢٠٠٩/٤م، وتم الاعتماد على بيانات المحطتين لقرب موقعهما وعدم تغيير الخصائص الطبيعية أو البشرية المحيطة بالمحطتين في الموقع القديم والجديد.

**جدول (١-١) محطات الرصد الجوي المستخدمة في الدراسة**

| رقم المحطة | اسم المحطة | المنسوب (متر) | دائرة العرض | | | خط الطول | | | فترة الرصد | | تبعية المحطة |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | ثانية | دقيقة | درجة | ثانية | دقيقة | درجة | من | إلى | |
| ١٠١ | الشرائع | ٤٤٢ | ٤٥١ | ٣١ | ٢١ | ١١٥ | ٥٥ | ٣٩ | ٢٠٠٢/١١م | الآن | معهد |
| ١٠٢ | الليث ( مخطط ولي العهد حالياً) | ٢٢٣ | ٥٠٦ | ٢٠ | ٢١ | ٦٨٢ | ٤٣ | ٣٩ | ٢٠٠٢/٥م | الآن | معهد |
| ١٠٤ | العزيزية | ٣٢٠ | ٣٨٤ | ٢٤ | ٢١ | ٨٧٧ | ٥١ | ٣٩ | ٢٠٠١/٣م | الآن | معهد |
| ١٠٥ | العابدية | ٣٠٠ | ٧٨٢ | ١٩ | ٢١ | ٧٧٣ | ٤٢ | ٣٩ | ٢٠٠٠/٢م | الآن | معهد |
| ١٠٨ | النوارية | ٢٤٦ | ٧٨٦ | ٣٣ | ٢١ | ٤٧٤ | ٤٦ | ٣٩ | ٢٠٠٠/٣م | الآن | معهد |
| ١٠٩ | عرفات | ٣١٦ | ٩٠٩ | ٢١ | ٢١ | ١٧٨ | ٥٩ | ٣٩ | ٢٠٠٢/٣م | الآن | مياه |
| ٤١٠٣٠ | مكة | ٢٤٠ | ١٦ | ٢٦ | ٢١ | ٨ | ٤٦ | ٣٩ | ١٩٨٠ | الآن | الرئاسة |

- معهد: اختصار معهد خادم الحرمين الشريفين لأبحاث الحج والعمرة
- الرئاسة: اختصار الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة
- مياه: وزارة المياه والكهرباء




**شكل (١-٢) المحطات المستخدمة في الدراسة**

- محطة العزيزية: محطة رئيسية في الدراسة، وتقيس الإشعاع الشمسي ودرجة الحرارة وسرعة واتجاه الرياح والرطوبة النسبية وكمية المطر، وبدأت المحطة بقياس درجة الحرارة والرطوبة النسبية في شهر ٢٠٠١/٣م ثم أضيفت بقية العناصر في شهر ٢٠٠٢/١١م.
- محطة العابدية: هي محطة رئيسية في الدراسة، وتقيس الإشعاع الشمسي ودرجة الحرارة والضغط الجوي وسرعة واتجاه الرياح والرطوبة النسبية وكمية المطر، وبدأت المحطة بقياس جميع العناصر في شهر ٢٠٠٠/٣م ثم توقفت في شهر ٢٠٠٥/٤م ثم أعيد تحديثها بقياس جميع العناصر ما عدا الضغط الجوي في شهر ٢٠١٠/١٠م.

- محطة النوارية: هي محطة ثانوية في الدراسة حيث استخدمت في توزيع درجة الحرارة لموسم حج ١٤٣٢هـــ. وعلى الرغم من كونها محطة قديمة بدأت الرصد في شهر (٣/٢٠٠٠م) إلاّ أنه لم يعتمد عليها كمحطة رئيسية لعدم توفر البيانات، وتقيس الإشعاع الشمسي ودرجة الحرارة والضغط الجوي وسرعة واتجاه الرياح والرطوبة النسبية وكمية المطر.

**النوع الثاني**: هي المحطات التابعة للرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة وهي محطات مكة (أم الجود سابقاً) وعرفات، ومحطة عرفات التابعة للرئاسة هي محطة فصلية لا تعمل إلاّ في مواسم الحج.

**النوع الثالث**: وهي المحطات التابعة لوزارة المياه والكهرباء ( إدارة الهيدرولوجي) ويتبعها محطة عرفات




صورة (١-١) بعض محطات الأرصاد الجوية المستخدمة في الدراسة

## (١-٦) مناهج وأساليب الدراسة:

تُركز الدراسة على عنصر مناخي تفصيلي (درجة الحرارة) في مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة، وهو إقليم جغرافي صغير المساحة إذ لا يتجاوز مساحته ١٥٩٣ كيلو متر مربع، لذا تعتمد الدراسة على المناهج والأساليب التالية :

### (١-٦-١) المناهج:

استخدم الباحث في هذه الدراسة عدة مناهج لتحقيق أهدافها وهي:

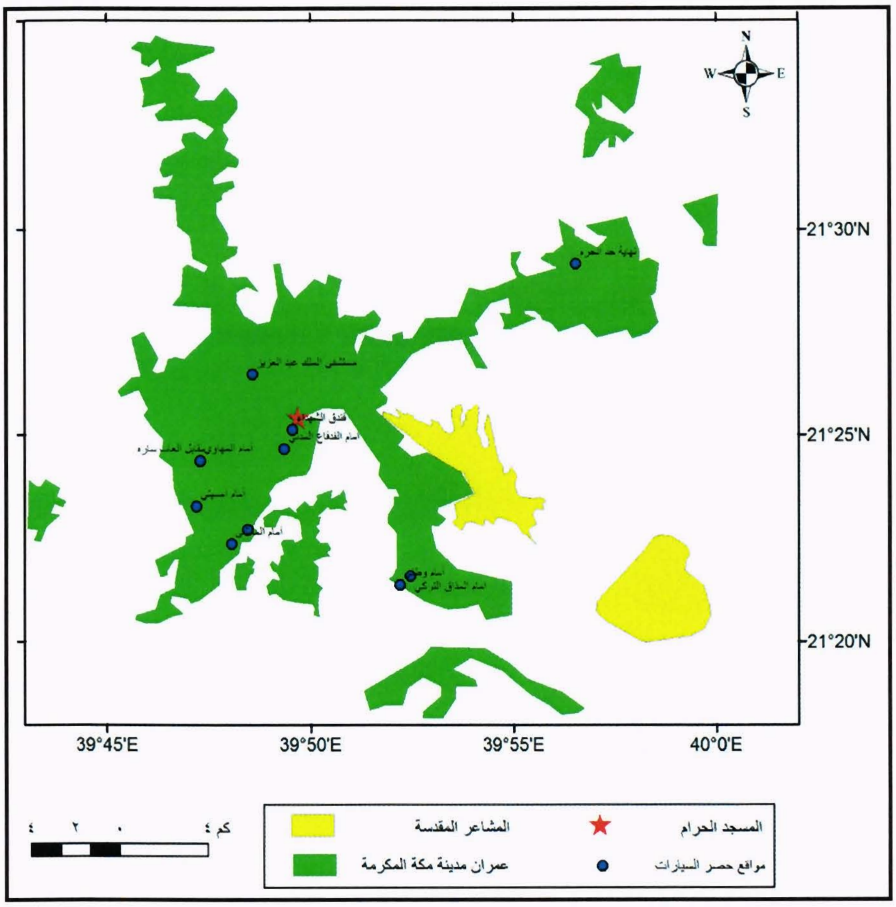
- المنهج الإقليمي : تم الاعتماد على هذا المنهج لطبيعة منطقة الدراسة بكونها إقليم جغرافي مميز لمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة، وأتخذ هذا المنهج لإظهار التباينات المكانية لدرجة الحرارة وتحديد النطاقات الصغيرة المساحة بين أحياء مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة.
- المنهج الوصفي التحليلي : لتحليل وتفسير ووصف التغيرات المكانية لدرجة الحرارة والعوامل المؤثرة فيها، فضلاً عن تفسير التباينات المكانية الدقيقة لدرجة الحرارة والعناصر المناخية الأخرى لإعطاء صورة متكاملة عن أسباب تباين درجة الحرارة وخصائصها بين أحياء مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة، خاصة التأثيرات البشرية مع حركة حشود الحجاج والمعتمرين والمركبات في فترات الذروة في مواسم الحج والعمرة، إذ ليس من السهل فصل جميع العوامل في أية وحدة مكانية نظراً للتداخل والتشابك الشديد فيما بينها، كما أنه ليس من السهل فصل العوامل الطبيعية عن العوامل البشرية . فالجغرافيين الذين يركزون في دراساتهم وأبحاثهم على المظاهر الطبيعية ويهملون الإنسان وآثاره شأنهم في ذلك شأن من يصف شيئاً لا وجود له في الحقيقة والواقع.
- المنهج الموضوعي : تم الاعتماد عليه لاختيار مواقع القياسات الميدانية حتى لا يحدث تحيز أو تفضيل شخصي من قبل الباحث لتحقيق النتائج التي تخدم موضوع الدراسة.

**(١-٦-٢) الأساليب :**

اعتمدت الدراسة على العديد من الأساليب والطرق المدعمة والمكملة للمناهج لتحقيق الأهداف المرجوة من البحث، وتضم الأساليب ثلاث أساليب رئيسية، هي الأسلوب الميداني والأسلوب الكمي والأسلوب الكارتوجرافي.

- أسلوب الدراسة الميدانية : أعتمد الباحث على هذا الأسلوب لإجراء العديد من القياسات ورصد المتغيرات الطبيعية والبشرية بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة، ويظهر شكل رقم (٣) مواقع الدراسة الميدانية التي قام بها الباحث، وأهم الأعمال الميدانية التي قام بها الباحث هي :
  - رصد وقياس درجات الحرارة وحصر أعداد السيارات في موسم حج عام ١٤٣٢هـ ، في بعض المواقع لأيام ٥ ، ١٠ ، ١١ من شهر ذو الحجة لعام ١٤٣٢هـ ممتدة خمس ساعات من الساعة ١٦ وحتى الساعة ٢٠ خلال اليوم.
  - التقاط العديد من الصور الفوتوغرافية لأنشطة السكان واستخدامات الأراضي المؤثرة في درجة الحرارة بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة.
  - حصر الظواهر الطبيعية المؤثرة في تباينات درجة الحرارة اليومية والسنوية.

- الأسلوب الكمي : التعبير الرقمي (الكمي) أكثر دقة من التعبير الوصفي فالأرقام الفعلية والنسب المئوية والقيم الإحصائية تعطي نتائج دقيقة وثابتة.، والأسلوب الكمي بوسائله الرياضية والإحصائية كفيل بإعطاء الباحث صورة عن ثبات النتائج ومدى دقتها وبالتالي تساعد على دقة دراسة ووصف الظاهرة المدروسة. (ناصر عبد الله الصالح،محمد محمود السرياني،٢٠٠٠،ص٧).




**شكل (١-٣) مواقع حصر السيارات ورصد درجات الحرارة في موسم حج ١٤٣٢هـ**

واعتمدت الدراسة على طرق متنوعة في معالجة البيانات المناخية التي تم الحصول عليها من مصادرها، وتم معالجتها وتحليلها باستخدام برنامج Spss لإظهار العلاقات الإحصائية باستخدام معاملات الارتباط (Spearman Correlation) بين درجة الحرارة والعوامل المؤثرة بها لإبراز نوع العلاقة وقيمتها ومدى قوتها وضعفها، وتم حساب المعدلات والمدى والشذوذ الحراري اعتماداً على المعادلات الآتية:

$$\text{المتوسط اليومي لدرجة الحرارة} = \frac{\text{مجموع القراءات خلال اليوم والواحد}}{\text{عدد القراءات في نفس اليوم}}$$

$$\text{المتوسط الشهري لدرجة الحرارة} = \frac{\text{مجموع المتوسطات اليومية}}{\text{عدد أيام الشهر}}$$

$$\text{المتوسط الفصلي لدرجة الحرارة} = \frac{\text{مجموع المتوسطات الشهرية لكل فصل}}{٣}$$

$$\text{المتوسط السنوي لدرجة الحرارة} = \frac{\text{مجموع المتوسطات الشهري}}{١٢}$$

المدى الشهري = أعلى درجة حراره في اليوم — ادنى درجة حراره في اليوم

المدى السنوي = أعلى درجة حرارة في السنة — أدنى درجة حرارة في الشهر

- الأسلوب الكارتوجرافي : والمستخدم في تحويل البيانات والمعدلات إلى الأشكال والخرائط المختلفة التي تخدم الدراسة وتم الاعتماد علي تطبيق أحدث وأدق التقنيات والبرامج الحاسوبية لإنشاء قاعدة بيانات مناخية لبيانات الدراسة و تحويلها إلي صورة رقمية لتطوير الخرائط المستخدمة في أعمال تحليل البيانات. تم في الدراسة استخدام برنامج الحاسوب Surfer 10 لتطوير الخرائط الكنتورية وأيضا برنامج نظم المعلومات الجغرافية Arc GIS 10 بهدف تخزين و تحليل و عرض البيانات المناخية لمنطقة الدراسة.

### (١-٧) مصطلحات الدراسة :

درجة الحرارة الصغرى المطلقة Absolute Minimum Temperature : تمثل أدنى درجة حرارة في الظل والتي تسجل في منطقة ما خلال فترة زمنية محددة.

درجة الحرارة الصغرى اليومية Daily Minimum Temperature : هي أدنى درجة حرارة تسجل في يوم ما، وهذا يحدث في الصباح الباكر قبل شروق الشمس مباشرة، ففي هذه اللحظة من اليوم يحدث التعادل بين الأشعة الأرضية الصادرة والأشعة الشمسية الواردة، ذلك أنه حتى تلك اللحظة تكون الأشعة الصادرة من الأرض أكبر من الأشعة الواردة من الشمس.

درجة الحرارة العظمى المطلقة Absolute Maximum Temperature : تمثل أعلى درجة حرارة في الظل والتي تسجل في منطقة ما خلال فترة زمنية محددة.

درجة الحرارة العظمى اليومية Daily Maximum Temperature : تمثل أعلى درجة حرارة تسجل في يوم ما (٢٤ ساعة)، ويحدث ذلك عموماً فيما بين الساعة ١٤-١٦، حيث في هذه الفترة من الزمن يحدث التعادل بين الأشعة الشمسية الواردة والأشعة الأرضية الصادرة.

استقرار الهواء Air Stability: تعبر حالة الاستقرار في الجو عن وجود توازن في هواء الجو الأرضي، حيث يكون الهواء عندها متطبقاً حسب كثافته – الأكثر كثافة في الأسفل، والأقل كثافة في الأعلى – والذي يدل على وجود استقرار في الجو هو خلو الجو من التيارات الصاعدة والهابطة، والاضطرابات الجوية. ويتحقق الاستقرار الجوي في إحدى الحالات التالية :

١. في الليالي الصحوة بفعل التبريد الليلي لسطح الأرض الناجم عن التشعع الأرضي.
٢. أثناء مرور كتلة هوائية حارة فوق سطح أبرد منها.
٣. في مناطق الضغط الجوي المرتفع.

وإذا كان الهواء المستقر رطباً، يمكن أن يتشكل الضباب والغيم الطبقي.

انقلاب حراري Temperature Inversion : يشير الانقلاب الحراري إلى التغير العكسي الحاصل في منحنى درجة الحرارة الشاقولي الذي يتم عند مستوى معين ، فالقاعدة العامة لمنحنى درجة الحرارة الشاقولي هو تناقصها مع الارتفاع في طبقة التروبوسفير ، غير أنه في بعض الحالات وعند مستويات ارتفاع معينة نجدها تتزايد بدلاً من التناقص ، والطبقة التي يحدث فيها التزايد تعرف بطبقة الانقلاب ، والمستوى الذي يبدأ عنده التزايد يعرف بمستوى الانقلاب .

اضطراب حراري Thermal Turbulence : هو الاضطراب الحاصل في الجو نتيجة التسخين الشديد لسطح الأرض الذي ينجم عنه تحرك جزيئات الهواء المتسخنة نحو الأعلى بشكل تيارات صاعدة تؤدي إذا ما كانت رطبة إلى تشكل غيوم ذات نمو شاقولي (ركام، وركام مزني) وهطول أمطار غزيرة مصحوبة بعواصف رعدية. وإذا ما كانت التيارات جافة والأرض رملية أو متربة مفككة فإنها ترفع معها الأتربة والرمال إلى ارتفاع يقارب ١٠٠٠م أو أكثر مشكلة ما يعرف بالدوامات الغبارية.

خط الحرارة المتساوي Isotherm : هو الخط الواصل بين الأماكن التي لها قيمة درجة الحرارة نفسها، سواء أكانت درجة الحرارة حرارة عظمى أو صغرى أو متوسطاً شهرياً أو سنوياً.

خط الحرارة المتساوي الفعلي Actual Isotherm : هو الخط الواصل بين النقط –أو الأماكن– ذات قيم الحرارة المتساوية الفعلية، أي دون تعديل درجة الحرارة إلى مستوى سطح البحر.

انتقال الحرارة الأفقيAdvection of Heat : في أثناء تحرك كتلة هوائية أفقياً، فإنها تحمل معها الكثير من صفات المنطقة التي نشأت فوقها، فالكتلة الهوائية الباردة المتشكلة في عروض مرتفعة (الكتلة الهوائية القطبية) تحمل معها البرودة إلى عروض منخفضة، حيث تصل في بعض الأحيان حتى خط عرض ٣٠ مسببة انخفاض درجة الحرارة لبضع درجات، أما الكتلة الهوائية الحارة (الكتلة الهوائية المدارية التي مصدرها الضغط المرتفع شبه المداري) فتنقل معها سخونة إلى مناطق واقعة في عروض أعلى من مناطق تشكلها، وينجم عن ذلك ارتفاع درجة الحرارة بضع درجات.

انقلاب (جوي) Inversion: يشير هذا المصطلح إلى التغير العكسي في سير منحنى أحد العناصر المناخية، إيجابياً فسلباً، أم العكس، كما هو الحال في ظاهرة الانقلاب الحراري أو الانقلاب في وجهة الرياح، أي حدوث تغير معاكس في وجهتها.

انقلاب تضاريسي Orographic Inversion: يشير هذا المصطلح إلى الانقلاب الحراري الذي يتشكل في مناطق الوديان والحوضات الجبلية المغلقة، ويحدث هذا النوع من الانقلابات الحرارية في ليالي الشتاء الصحوة، حيث تكون درجة حرارة بطون الأودية والحوضات أقل بكثير من حرارة المنحدرات المتصلة بها، وقد يصل الفارق إلى أكثر من ٥ درجات مئوية ذلك أن سطوح المنحدرات العلوية تبرد بسرعة أكبر من سرعة برودة بطون الأودية مما يجعل الهواء الملامس لها أكثر برودة، ومن ثم تزداد كثافته مما يدفعه إلى الهبوط تحت تأثير ثقله ليتجمع في بطون الأودية، إذ إن الهواء الدافئ الذي كان في بطون الأودية يضطر إلى الصعود نحو أعالي المنحدرات التي تصبح أكثر دفئاً من بطون الأودية.

انقلاب شتوي Winter Solstice : يشير الانقلاب الشتوي إلى الفترة من السنة التي تكون الشمس في حركتها الظاهرية حول الأرض قد ابتعدت أقصى ما يكون عند أحد المدارين ، فعندما تكون الشمس

عمودية على مدار الجدي (٢١ ديسمبر) يكون هناك انقلاب شتوي فوق مدار السرطان. وعندما تكون الشمس عمودية على مدار السرطان (٢١ يونيو) يكون هناك انقلاب شتوي فوق مدار الجدي.

تجاريات شمالية شرقية Northeast Trades : هي الرياح التجارية في نصف الكرة الشمالي التي تهب من الضغط المرتفع شبه المداري نحو خط الاستواء.

تطرفات درجة الحرارة ( النهايات الحرارية ) Extremes Of Temperature : هي أعلى وأدنى درجة حرارة سجلت في الظل خلال يوم ، أو شهر ، أو سنة ، أو أية فترة زمنية لأية محطة رصد، ويمكن أن تستعمل متوسط الحرارة العظمى والصغرى لأية فترة زمنية للدلالة على التطرفات الحرارية.

تغير يومي Diurnal Variation : المقصود بالتغير اليومي ؛ هو التغير الحاصل في قيمة عنصر مناخي ما خلال أربع وعشرين ساعة (يوم كامل)، فدرجة الحرارة تختلف من وقت إلى آخر خلال اليوم الواحد ، وكذلك الرطوبة النسبية ، وسرعة الرياح ..... الخ، ويمكن تمثيل التغيرات اليومية في أشكال بيانية على صورة منحنيات لسير الظاهرة المناخية خلال يوم.

جبهة حارة Warm Front : هي السطح الفاصل بين كتلتين إحداهما حارة والأخرى باردة، بحيث تكون الكتلة الحارة هي التي تتقدم تجاه منطقة ما على حساب الهواء البارد المتراجع أمامها. وفي هذه الحالة إن سطح الانفصال يكون مائلاً تجاه الهواء البارد بزاوية ميل قدرها ٠.٥-١ درجة، ويأخذ الهواء الحار بالصعود فوق الهواء البارد متسلقاً سطح الجبهة. ونتيجة ميل الجبهة الحارة الضعيف جداً إن الغيوم تبدأ بالظهور قبل أن تصل الجبهة إلى سطح الأرض بحوالي ١٢ ساعة.

## (١-٨) الدراسات السابقة:

يعد المناخ الحضري Urban Climate أحد المحاور الرئيسية في المناخ التفصيلي Micro Climate التي لاقت اهتماماً كبيراً من قبل الباحثين والمخططين، وتعد دراسة شاندرال Chandler (١٩٦٢) هي البدء البداية الحقيقة لدراسات المناخ الحضري حينما تناول مناخ مدينة لندن.

ويمكن تقسيم الدراسات السابقة بالبحث إلى الدراسات التي تناولت المناخ الحضـــري بالمنطقـــة العربية والدراسات التي تناولت مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة.

### (١-٨-١) دراسات المناخ الحضري بالمنطقة العربية:

يوجد العديد من الدراسات التي تناولت المناخ الحضري ومنها على سبيل المثال لا الحصر، دراســة أحمد إسماعيل (١٩٦٩) عن مناخ مدينة أسيوط.، ودراسة طه محمد جاد (١٩٨٢) للأمطار في الكويــت.، ودراسة يوسف عبد المجيد فايد (١٩٨٢) والمتناولة لمناخ مدينة جدة.، ودراسة محمد شرف (١٩٩٦) عــن التباين الحراري بمدينة الإسكندرية وعرضت للتباين الحراري ليلاً ونهاراً.، ودراسة محمد الصــالح (١٩٩٧) للتوزيع ألزماني والمكاني للأمطار في مدينة الرياض.، ودراسة بدرالدين يوسف (١٩٩٧) عن مناخ الطائف.، ودراسة عبدالعزيز عبد اللطيف (١٩٩٨) عن التذبذب الحراري الحديث في الإحساء بشرقي المملكة العربية السعودية.، ودراسة عبد العزيز عبد اللطيف (١٩٩٩) عن التغير اليومي لأنماط درجة الحــرارة في مدينــة القاهرة الكبرى.، ودراسة جهاد محمد قربه (٢٠٠٠) لنماذج الطقس الجغرافية في مدينة الرياض.، ودراسة عبدالعزيز عبداللطيف يوسف (٢٠٠٠) لمناطق الحرارة المثلى في مدينة القاهرة.، ودراســة محمــد فــوزي (٢٠٠١) عن التبخر والموازنة المائية في الإحساء بالمملكة العربية السعودية.، ودراسة شحاتة ســيد أحمــد (٢٠٠٢) لمناخ المدينة المنورة وآثاره الاقتصادية.

### (١–٨–١) دراسات مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة:

نالت مدينة مكة المكرمة الحظ الوافر من الدراسات الجغرافية (الطبيعيـــة – البشـــرية) لمكانتـــها وطبيعتها الوظيفية الدينية وبالرغم من ذلك تندر الدراسات المتخصصة في المناخ التفصيلي لمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة.

ومن الدراسات الطبيعية التي تناولت مدينة مكة المكرمة على سبيل المثال لا الحصر دراسة Meraj (1979) عن العوامل الطبيعة وأثره في النمو العمراني لمكة.، ودراسة ناصر عبدالله الصالح (١٩٩١) والمتناولة للمدارس الابتدائية للبنين في مكة المكرمة دراسة في خصائص التوزيع وأنماطه.، ودراسة رقية حسين نجم (١٩٩١) عن البيئة الطبيعية لمكة المكرمة ومنطقة الحرم الشريف.، ودراسة بدرالدين يوسف (١٩٩١) والتي تناولت مناخ مكة المكرمة وعرض بها الخصائص المناخية لمنطقة مكة الإدارية.، ودراسة معراج مرزا وبدرالدين يوسف (٢٠٠١) عن أحوال الطقس والمناخ في الشتاء بمكة المكرمة.، ودراسة معراج مرزا (١٤٠٧) عن الأساس الجيومورفولوجي لتحديد منطقة الحرم بمكة المكرمة.، ودراسة سامر شومان (١٤١٨) عن السجل التاريخي للسيول في وادي إبراهيم وأثرها على المسجد الحرام.، ودراسة أمينة عبدالله الرحيلي (٢٠٠٥) عن خصائص المناخ في مكة المكرمة الإدارية.، ودراسة جهاد محمد قربة (٢٠٠٧) عن التباين اليومي للانحرافات الحرارية لمكة المكرمة عن المعدلات الحرارية اليومية بالمملكة العربية السعودية.، ودراسة Anbar etal (2008) والمتناولة للتغير الموسمي للمناخ الدقيق لمنطقة الحرم المكي بمكة المكرمة وتبادل التغيرات في المناخ الدقيق على راحة السكان.، ودراسة مسعد مندور (٢٠٠٩) عن التباينات اليومية لدرجة الحرارة في مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة.، ودراسة سناء صالح الحبيشي (٢٠٠٩) والتي تناولت بها التوزيع الجغرافي للخدمات في مخططات مدينة مكة المكرمة.، ودراسة منال علي عبد الرحمن (٢٠١٢) والتي تناولت الأراضي الفضاء في مدينة مكة المكرمة.

## الفصل الثاني

## العوامل المؤثرة في درجة حرارة مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة

(٢-١) الموقع الفلكي والجغرافي

(٢-٢) التضاريس

(٢-٣) العوامل المناخية

(٢-٣-١) الإشعاع الشمسي

(٢-٣-٢) الضغط الجوي والرياح

(٢-٣-٣) الرطوبة النسبية

(٢-٤) الكثافة المرورية

(٢-٥) استخدامات الأراضي بمدينة مكة

## العوامل المؤثرة في درجة حرارة مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة

**مقدمة:**

تتداخل مجموعة من العوامل الطبيعية والبشرية في إعطاء سمات خاصة لمناخ مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة، وهي : الموقع الفلكي والجغرافي والتضاريس والعوامل المناخية والكثافة المرورية ونمط استخدام الأراضي.

لذا يهدف هذا الفصل إلى دراسة وتحليل تلك العوامل للوقوف على مدى تأثيرها المكاني والزماني في درجة الحرارة بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة، وفيما يلي تناول كلٍ منها على حده:

### (٢-١) الموقع الفلكي والجغرافي :

يعد الموقع أحد أهم العوامل المؤثرة في التوزيع الزماني والمكاني لدرجة الحرارة، ويقسم الموقع إلى نمطين هما: الموقع الفلكي والجغرافي .

### (٢-١-١) الموقع الفلكي:

يعتبر الموقع الفلكي وهو موقع المكان بالنسبة لدوائر العرض من أهم العوامل المؤثرة في درجة الحرارة وذلك لأن الموقع الفلكي هو المحدد لزاوية الميل الخاصة بالأشعة الشمسية وتحديد طول فترة سطوع الشمس[١] (النهار)، وإجمالي ما يصل إلى سطح الأرض من الأشعة الشمسية والتي تؤثر بشكل مباشر في درجة حرارة المكان.

ومع موقع مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة جنوب مدار السرطان فيما بين دائرتي عرض ١٥' ٢١° وَ ٣٥' ٢١° شمالاً، جعل دوائر العرض عاملاً يتحكم في زوايا سقوط الأشعة الشمسية

[١]) تعتبر مدة سطوع الشمس من العوامل الهامة المتحكمة والمسيطرة على كمية الأشعة الشمسية الواردة على سطح الأرض، ويجب أن نميز بين نوعين من مدة السطوع هما: مدة السطوع النظرية (الممكنة) ومدة السطوع الفعلية (أنظر مصطلحات الدراسة). للاستزادة مسعد سلامه (٢٠٠٩) حسن أبو العينين (١٩٨٨) جودة حسنين جودة (٢٠٠٠).

على المدينة حيث تتعرض لسقوط الأشعة الشمسية بشكل عمودي وشبه عمودي خلال أيام الصيف ومائلة ميلاً خفيفاً خلال الاعتدالين (شبه عمودية)، في حين تسقط الأشعة الشمسية مائلة خلال شهور الشتاء.

وتتعامد الأشعة الشمسية على مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة في فترتين خلال شهور الصيف (مسعد سلامة مندور،٢٠٠٩،ص ص ٩-١٠)، الفترة الأولى: مع حركة الشمس الظاهرية نحو الشمال إذ تتعامد الأشعة الشمسية في يومي ٣٠ و٣١ مايو على المدينة ثم تستمر حركة الشمس الظاهرية نحو الشمال حتى تصل إلى مدار السرطان يوم ٢١ يونيو (بداية الانقلاب الصيفي الشمالي). والفترة الثانية: مع حركة الشمس الظاهرية نحو الجنوب من مدار السرطان إلى خط الاستواء حيث تتعامد الأشعة الشمسية خلال أيام ٦ ، ٧ ، ٨ يوليو على مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة.

وهذا التعامد كان له أكبر الأثر في ارتفاع درجات الحرارة بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة خلال شهور الصيف وارتفاع معدلاتها في باقي أيام السنة إذ ظهر ذلك جلياً من العلاقة الإحصائية فيما بين المعدلات اليومية للإشعاع الشمسي ودرجة الحرارة جدول رقم (٢-١) وشكل رقم (٢-٤) وبلغ متوسط الارتباط للمدينة ٠.٦ عند مستوى ثقة ٩٩% ، ويعني ذلك أنه كلما ارتفع كمية الإشعاع الشمسي كلما زادت معدلات درجة الحرارة، لذا سجلت شهور يونيو – يوليو – أغسطس أعلى معدلات في درجة الحرارة الشهرية بجميع محطات منطقة الدراسة.

**جدول (٢-١) العلاقة بين درجة الحرارة والعناصر المناخية في محطات الدراسة**

| المحطة | الإشعاع الشمسي | الرطوبة النسبية | اتجاه الرياح | سرعة الرياح |
|---|---|---|---|---|
| **العزيزية** | ٠.٢٣ | -٠.٨٥ | ٠.٣٨ | ٠.٨٧ |
| **عرفات** | ٠.٧٨ | -٠.٨٥ | ٠.١ | ٠.٥١ |
| **الشرائع** | — | -٠.٨٦ | * | ٠.٣٨ |
| **الليث** | ٠.٧٩ | -٠.٨٤ | ** | ٠.١٧ |
| **المتوسط** | ٠.٦ | -٠.٨٥ | ٠.٢٤ | ٠.٤٠ |

* عدم ظهور الارتباط وعدم دقة بيانات الإشعاع الشمسي بالشرائع .

** الارتباط غير معنوي.

لم يتم حساب الارتباط لعدم دقة بيانات الإشعاع الشمسي .

(٢-١-٢) **الموقع الجغرافي:**

يقصد به موقع منطقة الدراسة بالنسبة للمسطحات المائية، وأقرب مسطح مائي لمدينة مكة المكرمة هو البحر الأحمر وتأثيره تأثير محدود للغاية على درجة حرارة مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة لسببين أولهما: المسافة الفاصلة بين ساحل البحر ومنطقة الدراسة والتي تبلغ ٦٥كم.

والثاني: هو امتداد بعض المرتفعات الجبلية الفاصلة بين مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة وساحل البحر والتي تمنع المؤثرات البحرية اليومية من الوصول إليها.

(٢-٢) **التضاريس:**

وصفت تضاريس مكة المكرمة بالقرآن الكريم[٢] على لسان الخليل إبراهيم عليه السلام في قوله تعالى **﴿رَبَّنَا إِنِّي أَسْكَنتُ مِن ذُرِّيَّتِي بِوَادٍ غَيْرِ ذِي زَرْعٍ عِندَ بَيْتِكَ الْمُحَرَّمِ رَبَّنَا لِيُقِيمُوا الصَّلَاةَ فَاجْعَلْ أَفْئِدَةً مِّنَ النَّاسِ تَهْوِي إِلَيْهِمْ وَارْزُقْهُم مِّنَ الثَّمَرَاتِ لَعَلَّهُمْ يَشْكُرُونَ﴾**، ومن الآية الكريمة والأشكال رقم (٢-١ ، ٢-٢ ، ٢-٣) والدراسة الميدانية يتبين أن تضاريس مكة المكرمة تضم قسمين رئيسيين هما الجبال والأودية، وفيما يلي تناول أهم جبال وأودية مدينة مكة المكرمة، إضافة إلى تناول أثر التضاريس في درجة الحرارة بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة وصولاً إلى تأثيرها في درجة حرارة المدينة والمشاعر المقدسة.

(٢-٢-١) **الجبال:**

يختلف امتداد وأشكال الجبال في مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة فبعضها يأخذ الشكل الطولي، وبعضها يأخذ أشكالاً مستديرة نسبياً، وبعضها مقطع بشبكة الأودية ولا تتخذ شكلاً محدداً.

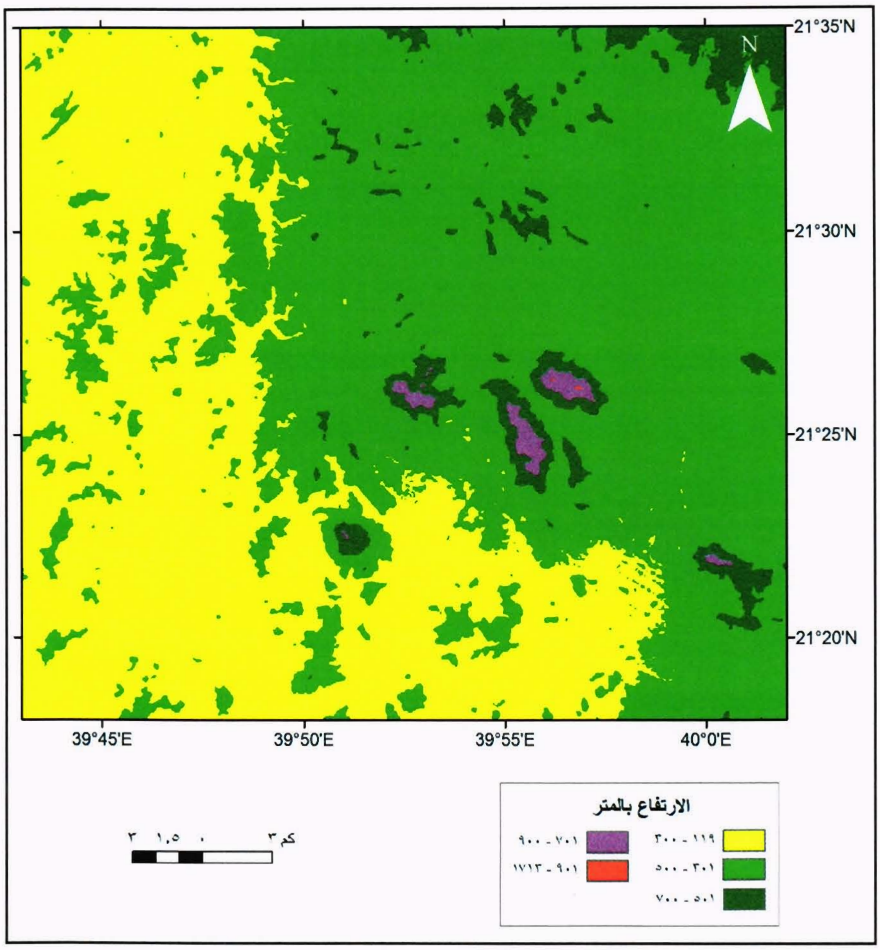
ويمكن تقسيم الجبال في منطقة الدراسة إلى أربعة أقسام تبعاً لموقعها بمنطقة الدراسة، وهي:

**القسم الأول (الجبال الجنوبية بمنطقة الدراسة):** وتقع فيما بين المشاعر المقدسة شرقاً والحدود الجنوبية لمنطقة الدراسة ووادي السلولي غرباً، وتضم جبل ثور صورة رقم (٢-١) وتبلغ أعلى قمة به ٧٦٠م،

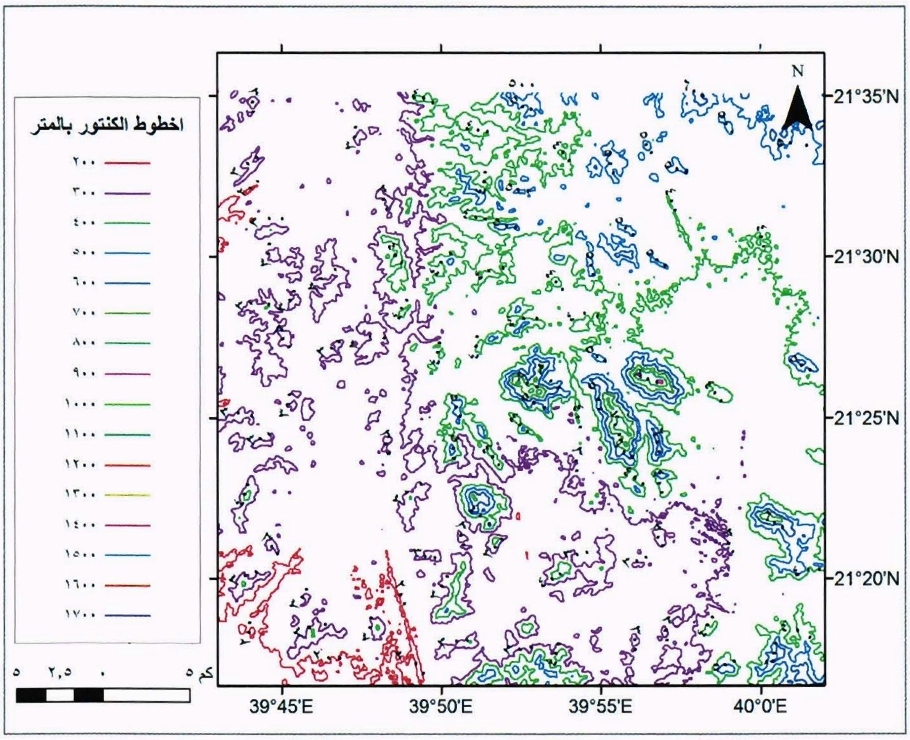
---

[٢] ) سورة إبراهيم الآية ٣٧

وجبال العزيزية وأعلى قمة ٤٩٥م، وجبال السرد وأعلى قمة ٤٣٧م، وجبال الراقة وأعلى قمة ٥٣٠م، وجبال كساب وأعلى قمة ٦٣٢م، وجبال المريخية وأعلى قمة ٥١٧م، وجبل العجوز وتبلغ أعلى قمة به ٦٣٠م، وجبل أسمار وتبلغ أعلى قمة به ٤٧٢م.




شكل (٢-١) تضاريس منطقة الدراسة



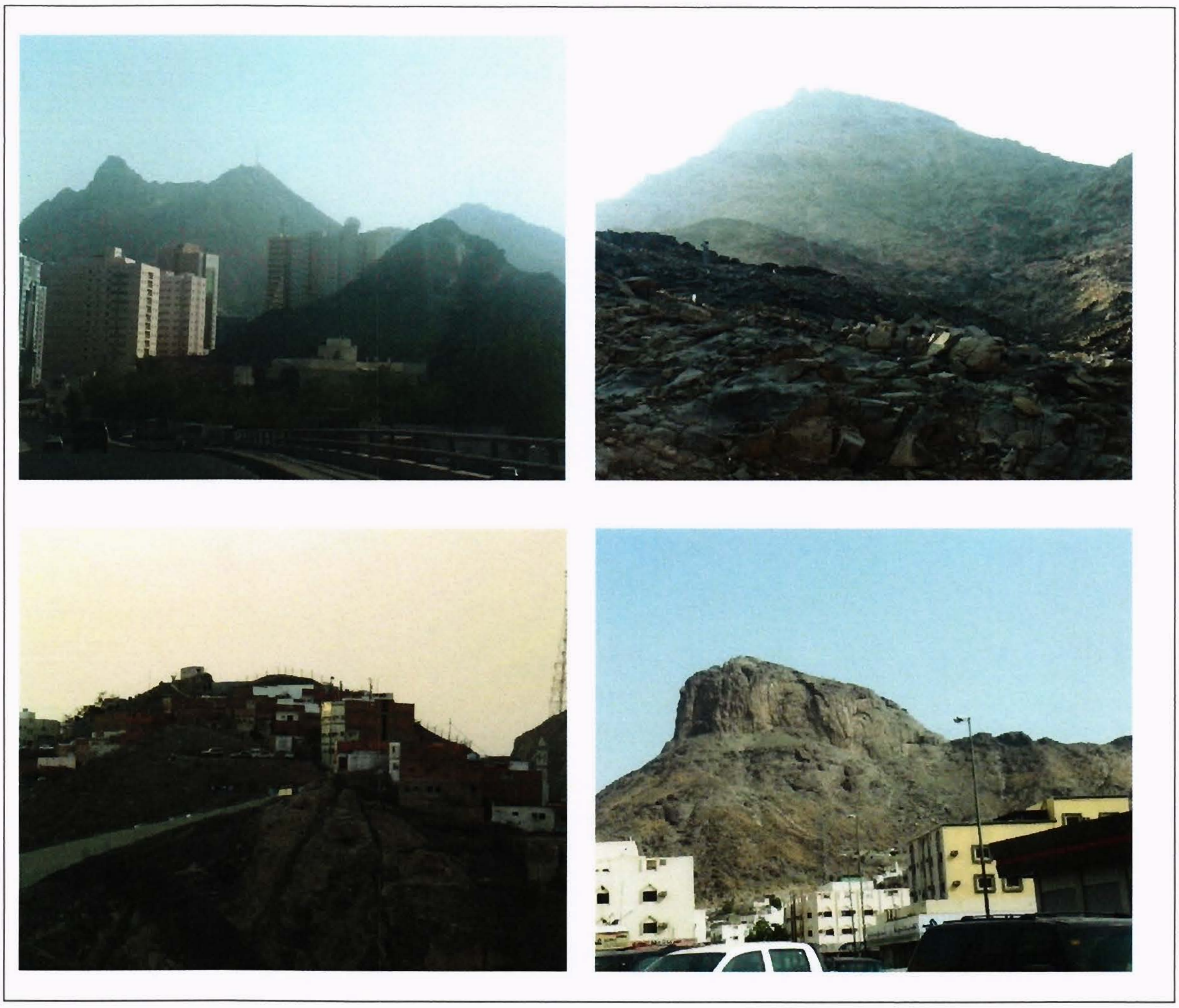

**شكل (٢-٢) الخريطة الكنتورية لمنطقة الدراسة**

**القسم الثاني (الجبال الشرقية بمنطقة الدراسة)**: وتقع في مثلث محدد بثلاثة أضلاع، الأول هو وادي العدل شمالاً، والثاني المشاعر المقدسة جنوباً، والثالث الحد الشرقي لمنطقة الدراسة، وتضم جبال خندمة وتبلغ أعلى قمة لها ٦٣١م، وجبال الأحدب وأعلى قمة لها ٨٦٩م، وجبل الطارقي صورة (٢-١) وهو أعلى قمة جبلية بمنطقة الدراسة بمنسوب ٩٨٣م، وجبل أسلع وتبلغ أعلى قمة به ٥٩٣م، وجبال منى وتبغ أعلى قمة بها ٨٧٩م، وجبل ثوبير وأعلى قمة به تبلغ ٨٥٦م، وجبل أبي قبيس وأعلى قمة به تبلغ ٦٣١م.

**القسم الثالث (الجبال الشمالية)**: وتقع فيما بين الحد الشمالي لمنطقة الدراسة ووادي العدل وطريق مكة جدة السريع، وتضم جبل العقفاء وتبغ أعلى قمة به ٦٧٢م، وجبل أظلم وتبلغ أعلى قمة به ٦٩٣م، وجبل حجلا وتبلغ أعلى قمة به ٥٦٩م، وجبل الحمراء وتبلغ أعلى قمة به ٦٠٨م، وجبل الحويمض وتبلغ أعلى قمة به ٤٨٨م، وجبل أبو نجوم وتبلغ أعلى قمة به ٥١٤م، وجبل النباع وتبلغ أعلى قمة به

٤٨٢م، وجبل بشامة وتبلغ أعلى قمة به ٤٦٢م، وجبل النور صورة (٢-١) وتبلغ أعلى قمة به ٦٤٢م، وجبل أذاخر وتبلغ أعلى قمة به ٤٨٠م، وجبل السيدة وتبلغ أعلى قمة به ٤٦٢م.

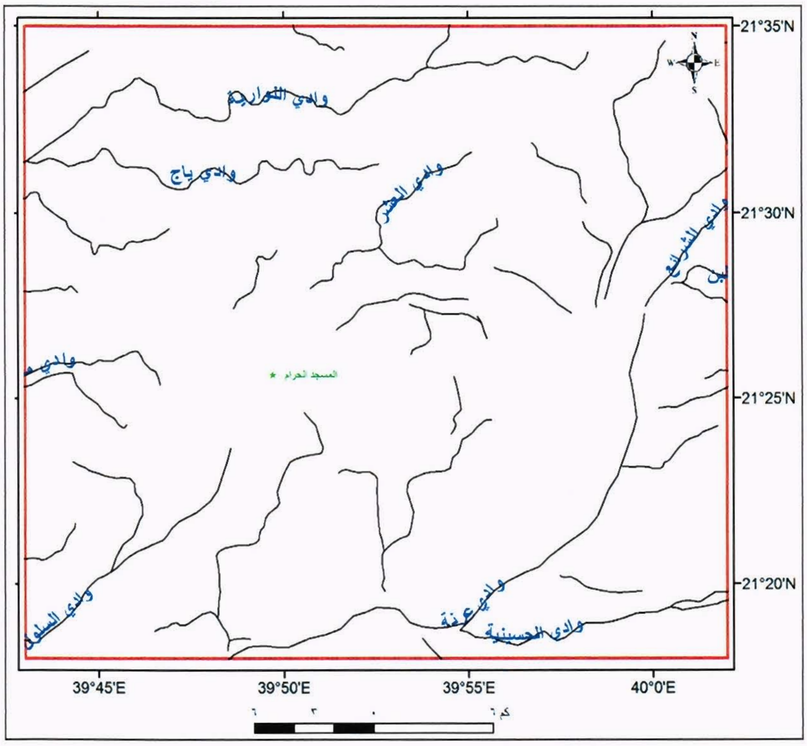
**القسم الرابع (الجبال الغربية):** وتقع فيما بين وادي السلولي جنوباً والحد الغربي لمنطقة الدراسة وطريق مكة جدة السريع، وتضم جبال الناصرية وتبلغ أعلى قمة بها ٤٠٥م، وجبال الزوييات، وجبل ابو قيه وتبلغ أعلى قمة ٤١٢م، وجبل العير الأسود، وجبل الدومة الحمراء وتبلغ أعلى قمة به ٤٧٤م.



**صورة (٢-١) منظر عام لبعض جبال مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة**

### (٢-٢-٢) الأودية :

يفصل فيما بين الجبال السابقة الذكر عدد من الأودية والتي تختلف في امتدادها، إلاّ أنه يغلب عليها الامتداد العام من الشمال الشرقي نحو الجنوب الغربي، وأهم هذه الأودية وادي عرنة ووادي العدل ووادي العشر ووادي المقارح ووادي إبراهيم ووادي مكة ووادي المسفلة ووادي الرصيفة ووادي السلولي شكل (٢-٣).




المصدر: إعداد الطالب اعتماداً على الخرائط الطبوغرافية مقياس ١ : ٥٠٠٠٠ لوحات عين شمس والجموم ووادي فاطمة ومكة

**شكل (٢-٣) الأودية بمنطقة الدراسة**

ومن أهم ما تميزت به أودية منطقة الدراسة هو عدم انخفاض منسوبها عن ٢٠٠م وتم تغيير تضاريس الأودية بقطع جوانبها وبطونها وذلك ببناء الأبراج السكنية بداخلها كما يظهر في صورة رقم (٢-٢) وأحدثت هذه التغيرات تعديل في نمط وشكل وخصائص سفوح الجبال الطبيعية. وارتبط بتغيرها إحداث تغير في الأنظمة اليومية للرياح (نسيم الجبل والوادي) والسبب في ذلك يرجع إلى أن الأبراج السكنية جعلت المنحدرات قائمة مما صاحبه تركز للهواء في الأربعة الأمتار القريبة من سطح الأرض (حدوث ركود

هوائي)، ويضاف إلى ذلك ما تسببه المكيفات من زيادة درجة الحرارة في نفس المستوى والدليل على ذلك ارتفاع الحرارة بمحطة العزيزية والأجزاء الوسطى للمدينة بالرغم من أن محطة عرفات هي المسجلة لأعلى معدلات الإشعاع الشمسي.



**(٢-٢) منظر عام لعض أودية مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة**

**(٢-٢-٣) أثر التضاريس في درجة الحرارة بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة:**

يعد عامل التضاريس وامتداد الجبال عامل محلي من العوامل المؤثرة في توزيع درجة الحرارة أفقياً وراسياً في مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة، ويتمثل تأثير التضاريس في اتجاهين، الأول هو تأثير الجبال

في انخفاض درجة الحرارة بالارتفاع إلى أعلى. والثاني هو دور الجبال في الركود الهوائي ببطون أودية مكة المكرمة .

وبتحليل مناسيب القمم الجبلية والأودية يمكن تقسيم تضاريس منطقة الدراسة تبعاً لمنسوبها إلى أربعة أقسام تضاريسية.

القسم الأول : يتراوح منسوبها من ٢٠٠ – ٤٠٠م، وتضم معظم الأودية بمنطقة الدراسة.

القسم الثاني : يتراوح منسوبها من ٤٠٠ – ٦٠٠م، وتضم جبال العزيزية وجبال السرد وجبال الراقة وجبال المريخية وجبال اسمار وجبال أسلع وجبل حجلا وجبل الحمويمض وجبل أبو نجوم وجبل النباع وجبل بشامة وجبل أذاخر وجبل السيدة وجبال الناصرية وجبل أبو قيه وجبل الدومة الحمراء.

القسم الثالث : يتراوح منسوبها من ٦٠٠ – ٨٠٠م، وتضم جبل ثور، وجبال كساب وجبال العجوز وجبال خندمة وجبل العقفاء وجبل أظلم وجبل النور.

القسم الرابع : يتراوح منسوبها من ٨٠٠ – أقل من ١٠٠٠م، وتضم أربعة جبال هي الطارقي والأحدب ومنى وثوبير، وجميعها تقع في شرق منطقة الدراسة.

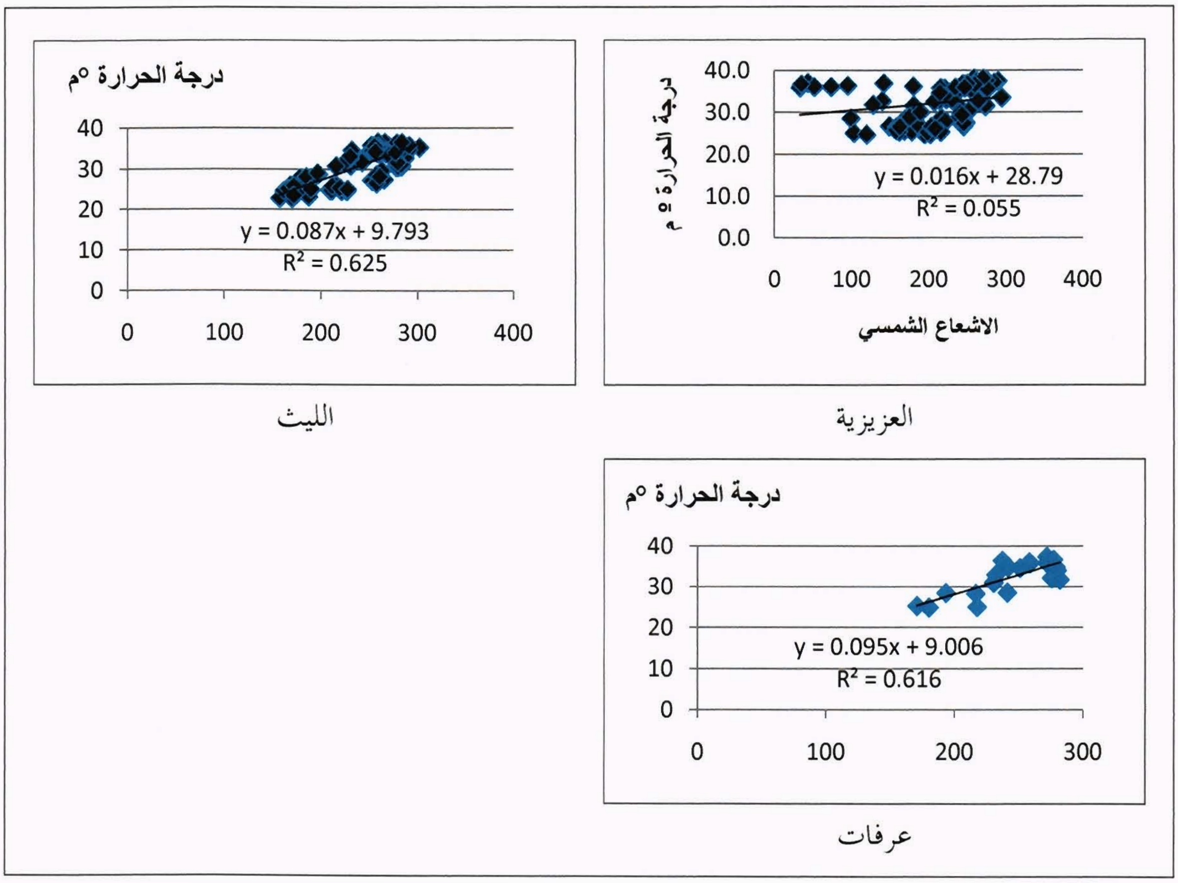
وبمقارنة الأقسام التضاريسية لمنطقة الدراسة بمناسيب المحطات يتجلى لنا أن جميع المحطات تقع في القسم التضاريسي الأول فيما عدا محطتي الشرائع ومنى والواقعتين في القسم التضاريسي الثاني، وبتطبيق الحقيقة المناخية التي تنص على أنه كلما ارتفعنا إلى أعلى ١٥٠م تنخفض درجة الحرارة ١°م ، يظهر أن الفارق بين منسوب أعلى قمة جبلية بمكة المكرمة (جبل الطارقي ٩٨٣م) وأدنى منسوب للمحطات (مكة ٢٤٠ متر) يبلغ ٧٤٧م، مما يعني أن تأثير هذا الفارق بين منسوب المحطة وقمة جبل الطارقي يبلغ ٥.١°م. ومع وقوع الجبال التي يزيد منسوبها عن ٨٠٠ متر في شرق منطقة الدراسة فإن ذلك يؤثر على انخفاض تأثير التضاريس في درجة حرارة مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة، وبمقارنة منسوب الفئة التضاريسية الثانية (٦٠٠-٨٠٠) بمناسيب المحطات يظهر أن الفارق الحراري الناجم عن المنسوب لهذه الجبال يتراوح من ٢.٤-٣.٧°م وهي قيم مؤثرة في التباين الرأسي لدرجة الحرارة.

### (٢-٣) العوامل المناخية :

تعد العوامل المناخية من أهم العوامل المؤثرة في التباينات المكانية والزمانية لدرجة الحرارة بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة وهي : الإشعاع الشمسي، الضغط الجوي والرياح، الرطوبة الجوية ، وتناول أثر العناصر الثلاث في درجة الحرارة يعتمد على دراسة العلاقة الإحصائية بين العناصر المناخية وتأثيرها في التباينات الزمانية والمكانية معتمداً على استخدام خط الانحدار البسيط Regression Line وحساب قيمة الارتباط Correlation Coefficient في أربع محطات هي العزيزية والليث والشرائع وعرفات ، اعتماداً على البيانات اليومية لدرجة الحرارة والإشعاع الشمسي والرطوبة وسرعة واتجاه الرياح، ويظهر من جدول رقم (٢-١) تباين العلاقة بين درجة الحرارة والعناصر المناخية بمحطات مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة. وفيما يلي دراسة كل عنصر بصورة منفصلة .

### (٢-٣-١) الإشعاع الشمسي :

لا يمكن دراسة درجة الحرارة بعيداً عن الإشعاع الشمسي وتوزيعه على سطح الكرة الأرضية والسبب في ذلك يرجع إلى أن الإشعاع الشمسي هو المصدر الأساسي والوحيد لدرجة حرارة الهواء، ويظهر بوضوح في جدول رقم (٢-١) وشكل رقم (٢-٤) أن العلاقة بين الإشعاع الشمسي ودرجة الحرارة بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة هي علاقة طردية، إذ يبلغ متوسط الارتباط في المدينة ٠.٦ عند مستوى معنوي ٩٩% ، وبلغ قيمة الارتباط في العزيزية وعرفات والليث ٠.٢٣ ، ٠.٧٨ ، ٠.٧٩ على الترتيب، ويتفق ذلك مع الحقيقة المناخية والتي تنص على أن تزايد معدلات الإشعاع الشمسي يصاحبه ارتفاع درجة الحرارة والعكس صحيح.



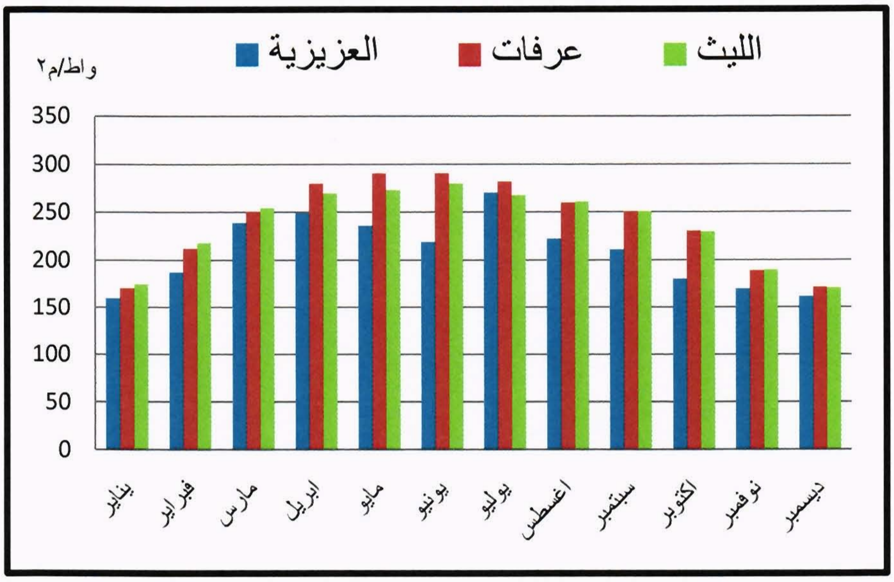

**شكل (٢-٤) العلاقة بين درجة الحرارة والإشعاع الشمسي**

وبدراسة توزيع الإشعاع الشمسي الزماني والمكاني في مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة من خلال جدول رقم (٢-٢) وشكل رقم (٢-٥) يتضح الخصائص التالية:

- أن المعدل السنوي للإشعاع الشمسي بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة يبلغ ٢٢٨.٥ واط/م٢ وتباين هذا المعدل من محطة لأخرى، إذ سجل أعلى معدل سنوي في عرفات بمقدار ٢٤٠ واط/م٢، ثم في الليث بمعدل ٢٣٦.٧ واط/م٢، ثم العزيزية بمعدل ٢٠٨.٨ واط/م٢، وأرتبط ذلك بالموقع الفلكي للمحطات والعوامل المؤثرة في مقدار الإشعاع الشمسي الواردة إلى سطح الأرض، فمحطتي عرفات والليث تقعان في جنوب منطقة الدراسة والعزيزية تقع في منتصف المنطقة.
- تتقارب معدلات الإشعاع الشمسي خلال الاعتدالين وإن زادت معدلات الإشعاع الشمسي في الربيع عن الخريف بالمحطات الثلاث، حيث بلغ المعدل الفصلي للربيع بالعزيزية وعرفات والليث

٢٤١، ٢٧٤، ٢٦٥ واط/م٢ في حين بلغ المعدل الفصلي للخريف بمحطات العزيزية وعرفات والليث ١٨٧، ٢٢٣، ٢٢٣ واط/م٢ على الترتيب.

- سجلت شهور مايو، يونيو، يوليو أعلى معدلات شهرية للإشعاع الشمسي في المحطات الثلاثة وإن اختلفت القمة الشهرية للإشعاع الشمسي من محطة لأخرى، ففي العزيزية سجل بشهر يوليو أعلى معدل للإشعاع الشمسي بمقدار ٢٧٠ واط/م٢، وفي محطة عرفات سجل بشهري مايو ويونيو أعلى معدل للإشعاع الشمسي بمعدل ٢٩١ واط/م٢، وفي محطة الليث سجل بشهر يونيو أعلى معدل للإشعاع الشمسي بمقدار ٢٨٠ واط/م٢. وأرتبط ذلك بفترتي يقترب بها الإشعاع الشمسي في التعامد على منطقة الدراسة والمسجلة في شهري مايو ويوليو نتيجة لسقوط الأشعة الشمسية عمودية وشبه عمودية خلال الشهور الثلاث على مدينة مكة المكرمة.
- تميزت شهور الشتاء بتسجيل أدنى معدلات للإشعاع الشمسي بمدينة مكة المكرمة، حيث بلغ أدنى معدل للإشعاع الشمسي في العزيزية ١٦٠ واط/م٢ بشهر يناير، وفي عرفات ١٧١ واط/م٢ في شهري ديسمبر ويناير، وفي الليث ١٧١ واط/م٢ في شهر ديسمبر.




المصدر إعداد الباحث اعتماداً على جدول (٢-٢)

**شكل (٢-٥) المعدل الشهري للإشعاع الشمسي في محطات العزيزية وعرفات والليث**

جدول (٢-٢) المعدل الشهري والسنوي للإشعاع الشمسي لمحطات العزيزية – عرفات – الليث (واط/م٢)

| الشهر | العزيزية | عرفات | الليث |
|---|---|---|---|
| يناير | ١٦٠ | ١٧١ | ١٧٥ |
| فبراير | ١٨٧ | ٢١٢ | ٢١٨ |
| مارس | ٢٣٩ | ٢٥١ | ٢٥٤ |
| إبريل | ٢٤٩ | ٢٨٠ | ٢٧٠ |
| مايو | ٢٣٦ | ٢٩١ | ٢٧٣ |
| يونيو | ٢١٩ | ٢٩١ | ٢٨٠ |
| يوليو | ٢٧٠ | ٢٨٢ | ٢٦٨ |
| أغسطس | ٢٢٢ | ٢٦٠ | ٢٦١ |
| سبتمبر | ٢١١ | ٢٥١ | ٢٥١ |
| أكتوبر | ١٨٠ | ٢٣٠ | ٢٣٠ |
| نوفمبر | ١٧٠ | ١٨٩ | ١٩٠ |
| ديسمبر | ١٦١ | ١٧١ | ١٧١ |
| المعدل السنوي | ٢٠٨.٨ | ٢٤٠ | ٢٣٦.٧ |

المصدر: إعداد الباحث اعتماداً على البيانات اليومية للإشعاع للمحطات التابعة لمعهد خادم الحرمين الشريفين لأبحاث الحج والعمرة

### (٢-٣-٢) الضغط الجوي والرياح :

تتأثر منطقة الدراسة بمراكز الضغط الجوي العالمية والإقليمية والتي تؤثر في مناخ مكة المكرمة والمختلفة في توزيعها من فصل لآخر، كما أن الضغط الجوي عاملاً مناخياً مهماً لتأثيره في سرعة واتجاه الرياح وبدورهما يؤثران في درجة حرارة منطقة الدراسة، فالشماليات[٣] رياح ملطفة لدرجة الحرارة بالمدينة، في حين أن الجنوبيات رياح تتسبب في رفع درجة الحرارة بالمدينة وسيظهر ذلك جلياً عند دراسة العلاقة الإحصائية وتوزيع درجة الحرارة بمنطقة الدراسة، إذ سُجل بمحطة الشرائع أدنى درجات حرارة في معظم

---

[٣] ) المقصود بالشماليات والجنوبيات، أن الشماليات هي مجموع تكرار الرياح الشمالية والشمالية الغربية والشمالية الشرقية وشمال الشمال الشرقي وجنوب الشمال الغربي. والجنوبيات هي مجموع تكرار الرياح الجنوبية والجنوبية الشرقية والجنوبية الغربية وجنوب الجنوب الغربي وجنوب الجنوب الشرقي.

أيام العام، في حين ترتفع درجات الحرارة في محطة العزيزية معظم أيام العام، وبذلك يظهر تأثير الرياح في درجة حرارة مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة.

**(٢-٣-٢-١) مراكز الضغط الجوي المؤثرة في اتجاهات وسرعات الرياح الهابة على منطقة الدراسة:**

يؤثر في مناخ المملكة العربية السعودية ضغوط جوية مختلفة تتباين من فصل لآخر أوجزها كل من مكي (١٩٧٢) والشريف (١٩٩٥) والوليعي (١٩٩٦) فيما يلي:

- مراكز الضغط الجوي خلال فصل الصيف: يؤدي ارتفاع درجة حرارة اليابس في النصف الشمالي للكرة الأرضية خلال فصل الصيف إلى سيادة الضغط المنخفض على معظم النصف الشمالي للكرة الأرضية، وخلال شهر يوليو يتضح تمركز الضغط المنخفض الآسيوي على جنوب وجنوب غرب قارة آسيا وهو ضغط شديد الانخفاض (٩٩٤ ملليبار) ، ويتركز مركزه على الأجزاء الشرقية لشبه الجزيرة العربية ويسبب هذا الضغط المنخفض هبوب الجنوبيات على منطقة الدراسة ، ويمتد على قارة أفريقيا ضغط جوي منخفض (الضغط المنخفض الأفريقي) والمتراوح قيمته من ١٠١٢-١٠٠٨ ملليبار ، ويعمل على هبوب الرياح الجنوبية الغربية على منطقة الدراسة والمسببة لارتفاع درجات الحرارة، ويتمركز على النصف الشمالي للمحيط الأطلسي الضغط المرتفع الآزوري ولهذا الضغط أهمية في هبوب الرياح الشمالية الغربية والتي يصل تأثيرها إلى شمال منطقة الدراسة.
- مراكز الضغط الجوي خلال فصل الشتاء: يتسم فصل الشتاء بانخفاض درجة الحرارة على النصف الشمالي للكرة الأرضية ويرتبط بهذا الانخفاض سيطرة الضغط المرتفع على معظم نصف الكرة الشمالي ، وفي شهر يناير يتركز الضغط المرتفع الأوراسي على وسط آسيا وسيبيريا والذي يزيد به قيمة الضغط عن ١٠٣٠ ملليبار ، كما يمتد فوق شبه الجزيرة العربية وشمال شرق قارة أفريقيا نطاق من الضغط المرتفع الذي يزيد به قيمة الضغط عن ١٠٢٠ ملليبار ، في حين يتكون فوق حوض البحر المتوسط نطاقات من الضغط المنخفض والبالغة ١٠٠٠ ملليبار وتؤثر هذه الضغوط المرتفعة في هبوب الرياح الشمالية الباردة معظم أيام الشتاء. ويرتبط بتوزيعات الضغط الجوي خلال الشتاء

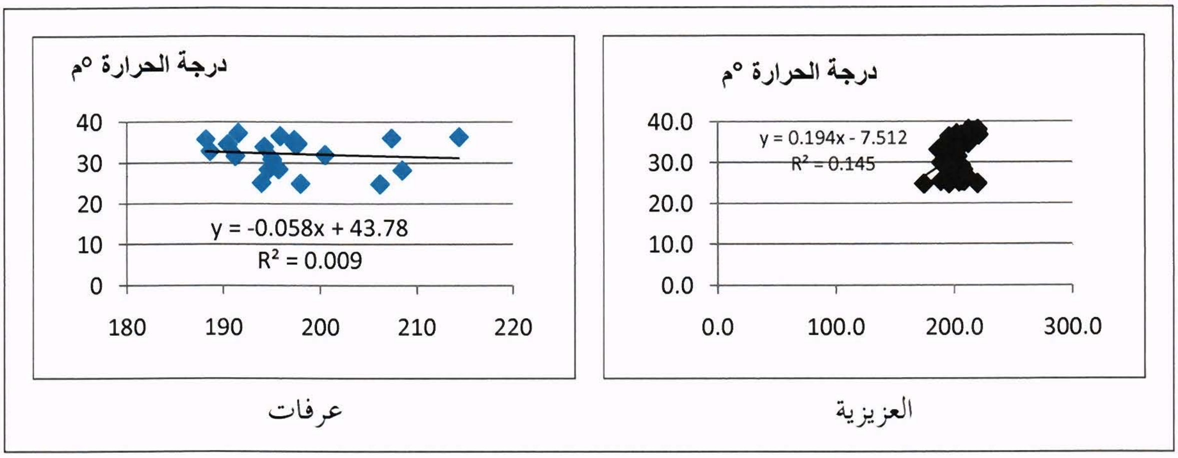
والصيف حركة الكتل الهوائية وهي الكتلة الهوائية المدارية البحرية (TM) والتي تنشأ فوق المحيط الهندي، وتتميز هذه الكتلة بأنها حارة رطبة.

- الكتلة الهوائية المدارية القارية (TC) وهي كتلة محلية في الشتاء، وتتميز بأنها حارة جافة تنشأ بسبب تمركز الضغط الجوي المرتفع على المملكة العربية السعودية وتكون هذه الكتل مثيرة للغبار والأتربة، (بدر الدين يوسف أحمد،١٩٩٢،ص٢٠).
- الكتلة الهوائية القطبية البحرية (PM) وتتكون هذه الكتلة فوق شمال المحيط الأطلسي خلال شهور الشتاء، وتتحرك نحو الشرق والجنوب الشرقي لتصل إلى منطقة الدراسة في بعض أيام الشتاء فتعمل على انخفاض درجة الحرارة، وسيظهر ذلك عند تحليل بعض خرائط الطقس الساعية.
- الكتلة الهوائية القطبية القارية (PC) تنشأ في وسط وشمال آسيا وتؤثر في منطقة الدراسة في بعض أيام الشتاء.

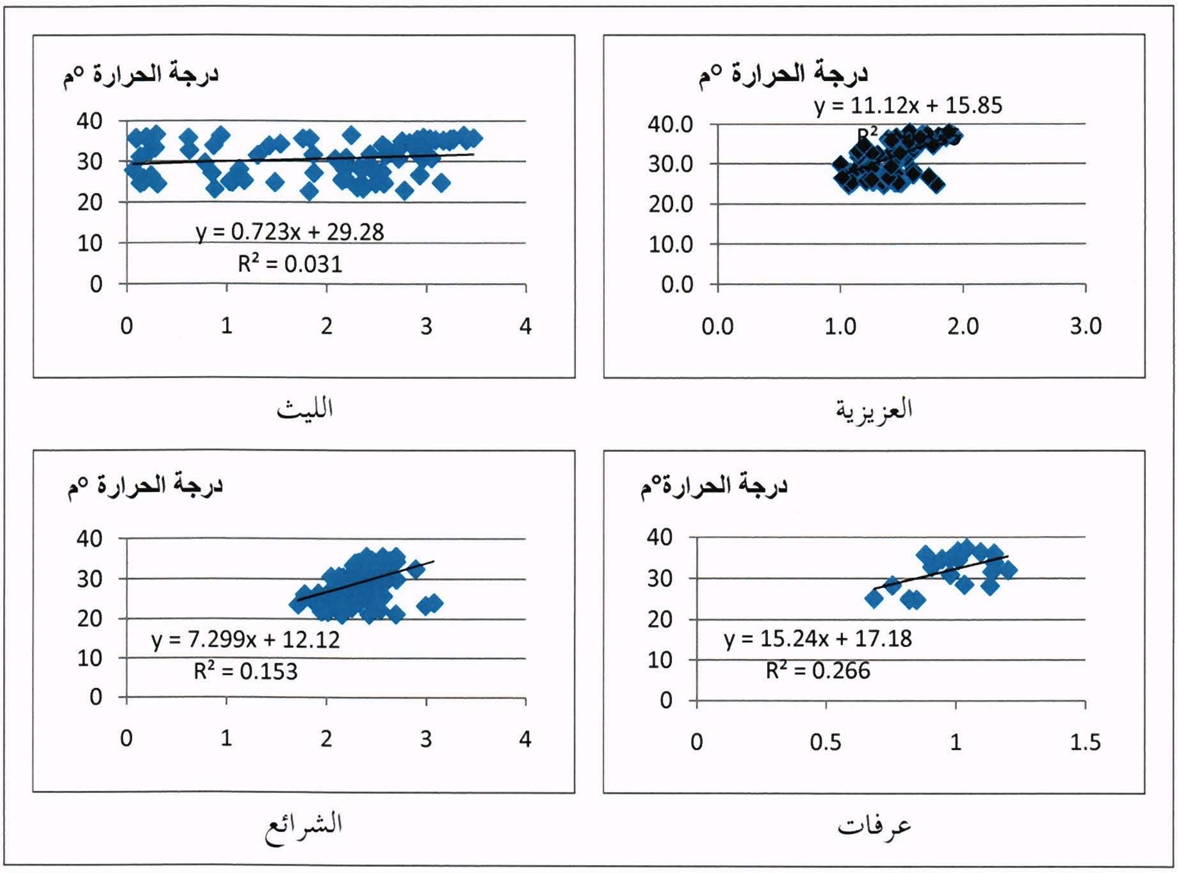
**(٢-٣-٢-٢) الرياح :**

تتأثر درجة الحرارة في أي إقليم بنوع الرياح الهابة وسرعتها، ولكن يجب أن نأخذ تأثير الرياح في درجة حرارة مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة بحذر شديد جداً داخل المدينة نظراً لتأثير التضاريس المحلية ودورها في تغيير اتجاه وسرعة الرياح تبعاً لموقع المحطة من الجبال المحيطة بها وموقع المحطة من الوادي الواقعة به.

وانعكس هذا التأثير على قيم الارتباط بين اتجاه وسرعة الرياح ودرجة الحرارة بالمحطات، فالارتباطات ضعيفة وغير معنوية كما يظهر في جدول (٢-١) وشكلي (٢-٦ ، ٢-٧) وبذلك فالرياح ضعيفة التأثير في درجة الحرارة داخل المدينة ولكنها مؤثرة في درجة الحرارة بأطراف المدينة .




شكل (٢-٦) العلاقة بين درجة الحرارة واتجاه الرياح



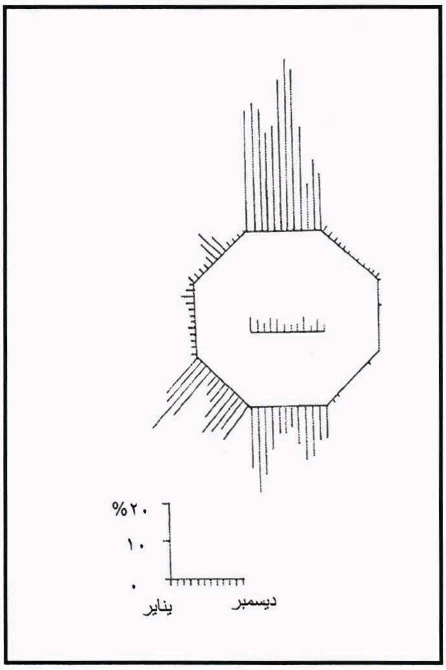

شكل (٢-٧) العلاقة بين درجة الحرارة وسرعة الرياح

ويتضح من جدول رقم (٢-٣) وشكل رقم (٢-٨) نسب تكرار هبوب الرياح في محطة مكة المكرمة للفترة من ١٩٧٠-٢٠٠٠م ومنه نلاحظ سيادة الرياح الشمالية إذ يبلغ نسبة تكرارها السنوي ٣٠.٩% من جملة اتجاهات الرياح، ثم الرياح الجنوبية بمعدل سنوي ١٢.٢% ، ثم الجنوبية الغربية بمعدل ١١.٧%، وينخفض نسب هبوب الشرقيات والغربيات حيث تتراوح نسبة الشرقيات من ٠.٢-١.٦% في حين تتراوح نسب الغربيات من ٦.٦-١٩.٧% من جملة نسب هبوب الرياح. ومن خلال شكل (٢-٩) يلاحظ التباينات الواضحة في اتجاهات هبوب الرياح من محطة لأخرى خلال الشهر الواحد ومن شهر لآخر.

**جدول (٢-٣) نسب تكرار هبوب الرياح في محطة مكة**

| الاتجاه | يناير | فبراير | مارس | أبريل | مايو | يونيو | يوليو | أغسطس | سبتمبر | أكتوبر | نوفمبر | ديسمبر | المعدل |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ش | ٣٢.٣ | ٣٤.١ | ٣٢.٩ | ٢٦.٥ | ٢٨.٨ | ٤٠.٨ | ٤٥.٢ | ٤٣.٨ | ٢٨.٨ | ١٢.٥ | ١٩.٨ | ٢٥.٨ | ٣٠.٩ |
| ش ش ق | ١١.٣ | ١٢.٤ | ٩.٣ | ٦.٣ | ٧.٣ | ٧.٩ | ٤.٦ | ٣.٠ | ٣.٩ | ٢.٠ | ٣.١ | ٨.٥ | ٦.٦ |
| ش ق | ٠.٨ | ٠.٢ | ٠.٠ | ٠.٤ | ١.٦ | ٠.٨ | ٠.٠ | ٠.٤ | ١.٣ | ٠.٨ | ٠.٨ | ١.٦ | ٠.٧ |
| ج ش ق | ٠.٤ | ٠.٤ | ٠.٢ | ٠.٤ | ١.٢ | ٠.٤ | ٠.٢ | ٠.٢ | ٠.٢ | ٠.٠ | ٠.٠ | ٠.٢ | ٠.٣ |
| ق | ٠.٤ | ٠.٠ | ٠.٠ | ٠.٠ | ٠.٢ | ٠.٠ | ٠.٠ | ٠.٠ | ٠.٠ | ٠.٠ | ٠.٠ | ٠.٠ | ٠.١ |
| ق ج ق | ٠.٠ | ٠.٠ | ٠.٠ | ٠.٠ | ٠.٢ | ٠.٠ | ٠.٠ | ٠.٠ | ٠.٠ | ٠.٢ | ٠.٠ | ٠.٠ | ٠.٠ |
| ج ق | ٠.٠ | ٠.٠ | ٠.٢ | ٠.٠ | ٠.٠ | ٠.٠ | ٠.٠ | ٠.٠ | ٠.٢ | ٠.٠ | ٠.٠ | ٠.٢ | ٠.١ |
| ج ج ق | ٠.٠ | ٠.٠ | ٠.٤ | ٠.٢ | ٠.٦ | ٠.٢ | ٠.٠ | ٠.٢ | ٠.٢ | ١.٠ | ٠.٦ | ٠.٦ | ٠.٣ |
| ج | ٩.٧ | ٨.٨ | ١٣.٣ | ١٤.٢ | ١٠.٧ | ٥.٦ | ٧.٩ | ٧.٢ | ١١.٣ | ١٨.٦ | ٢٢.٣ | ١٦.٧ | ١٢.٢ |
| ج ج غ | ١١.٧ | ١٠.٤ | ١١.٥ | ١٢.٥ | ١٠.١ | ٥.٢ | ٤.٦ | ٦.١ | ١١.٣ | ١٤.٩ | ١٥.٠ | ١٢.٣ | ١٠.٥ |
| ج غ | ١١.٣ | ٩.٣ | ١٢.٥ | ١٤.٦ | ١٠.٧ | ٦.٦ | ٥.٧ | ٤.٦ | ١٥.٠ | ٢٢.٥ | ١٤.٥ | ١٣.٥ | ١١.٧ |
| س ج غ | ٩.١ | ٠.٠ | ٥.٨ | ١١.٠ | ٩.٧ | ٧.٣ | ٤.٤ | ٥.٢ | ١٠.٠ | ١٥.١ | ١٠.٦ | ٧.٣ | ٨.٠ |
| غ | ١.٠ | ١.١ | ١.٠ | ٠.٨ | ٢.٠ | ١.٧ | ١.٤ | ٢.٢ | ٢.٥ | ٤.٤ | ٣.٣ | ١.٦ | ١.٩ |
| ج ش غ | ٠.٢ | ١٠.٦ | ٠.٨ | ٠.٠ | ٠.٤ | ٠.٨ | ٠.٨ | ١.٦ | ٠.٦ | ١.٢ | ١.٠ | ٠.٢ | ١.٥ |
| ش غ | ٢.٤ | ٢.٧ | ٢.٢ | ٢.١ | ٣.٢ | ٧.٣ | ٩.٣ | ٦.٠ | ٢.٩ | ١.٦ | ١.٧ | ١.٨ | ٣.٦ |
| ش ش غ | ٥.٢ | ٦.٩ | ٧.٥ | ٧.٥ | ٩.٧ | ١٢.٧ | ١٣.٩ | ١٧.١ | ٨.٣ | ٣.٦ | ٤.٨ | ٧.٥ | ٨.٧ |
| مغيرة | ٤.٠ | ٣.١ | ٢.٤ | ٣.٥ | ٣.٦ | ٢.٧ | ٢.٠ | ٢.٤ | ٣.٥ | ١.٦ | ٢.٥ | ٢.٢ | ٢.٨ |

*المصدر مسعد سلامه، ٢٠٠٩م.




*المصدر مسعد سلامه، ٢٠٠٩م.

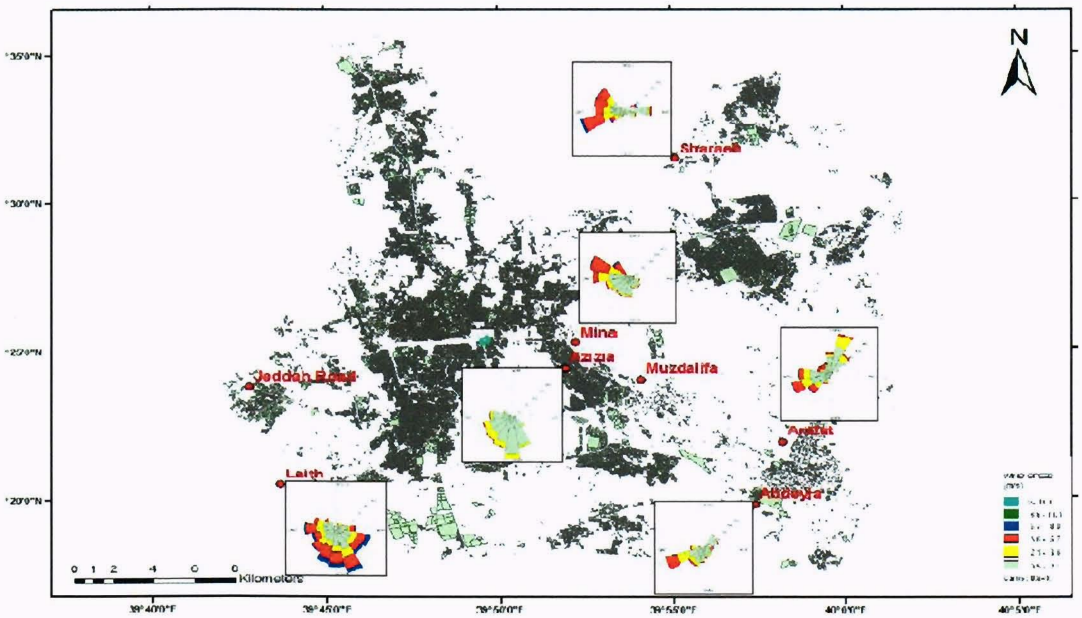
**شكل (٢-٨) وردة الرياح المثمنة لمحطة مكة**

ويظهر من تحليل شكل (٢-٩) الموضح لوردة الرياح المركبة في محطات عرفات والعزيزية والشرائع والليث أنه يغلب على جنوب المنطقة سيادة الرياح الجنوبية والجنوبية الغربية والغربية بينما يغلب على شمال المنطقة الرياح الجنوبية الغربية والشمالية الغربية والشرقية.

ففي محطة عرفات تسود الرياح الهابة من الشمال الشرقي ثم الرياح الشمالية الشرقية في ثمانية أشهر من السنة والممتدة من ديسمبر وحتى يوليو في حين تسود الرياح الهابة من شمال الجنوب الغربي وشمال الشمال الشرقي في الشهور الأربعة من أغسطس وحتى نوفمبر (تركي حبيب وأخرون، ٢٠١٠).

وفي محطة العزيزية تسود الرياح الجنوبية في معظم شهور العام ويستثنى منها شهري يونيو ويوليو والسائد بها الرياح الجنوبية الغربية . وفي محطة الشرائع تسود الرياح الهابة من جنوب الجنوب الغربي ثم الشمال الغربي في الشهور الممتدة من أغسطس وحتى مايو في حين تسود الرياح الهابة من جنوب الشمال الغربي في شهر يونيو ويوليو (تركي حبيب وأخرون، ٢٠١٠).

ومحطة الليث تتميز بتباين الرياح السائدة في الشهور المختلفة وتسود الرياح الغربية بشهري يناير وفبراير بينما هي رياح جنوبية غربية في يونيو وجنوبية في الشهور من أغسطس وحتى ديسمبر.




المصدر: تركي حبيب الله وآخرون (٢٠١١)

**شكل (٢-٩) وردات الرياح السنوية لمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة**

### (٢-٣-٢-٣) تأثير الضغط الجوي والرياح في درجة حرارة منطقة الدراسة :

لدراسة تأثير الضغط الجوي والرياح في درجة حرارة مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة تم تجميع خرائط الطقس السطحية الساعية ودرجات الحرارة للفترة من ٢٢-٢٥/١١/٢٠١١م، وفيما يلي تحليل خرائط الطقس والرياح وأثرهما في درجة الحرارة بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة.

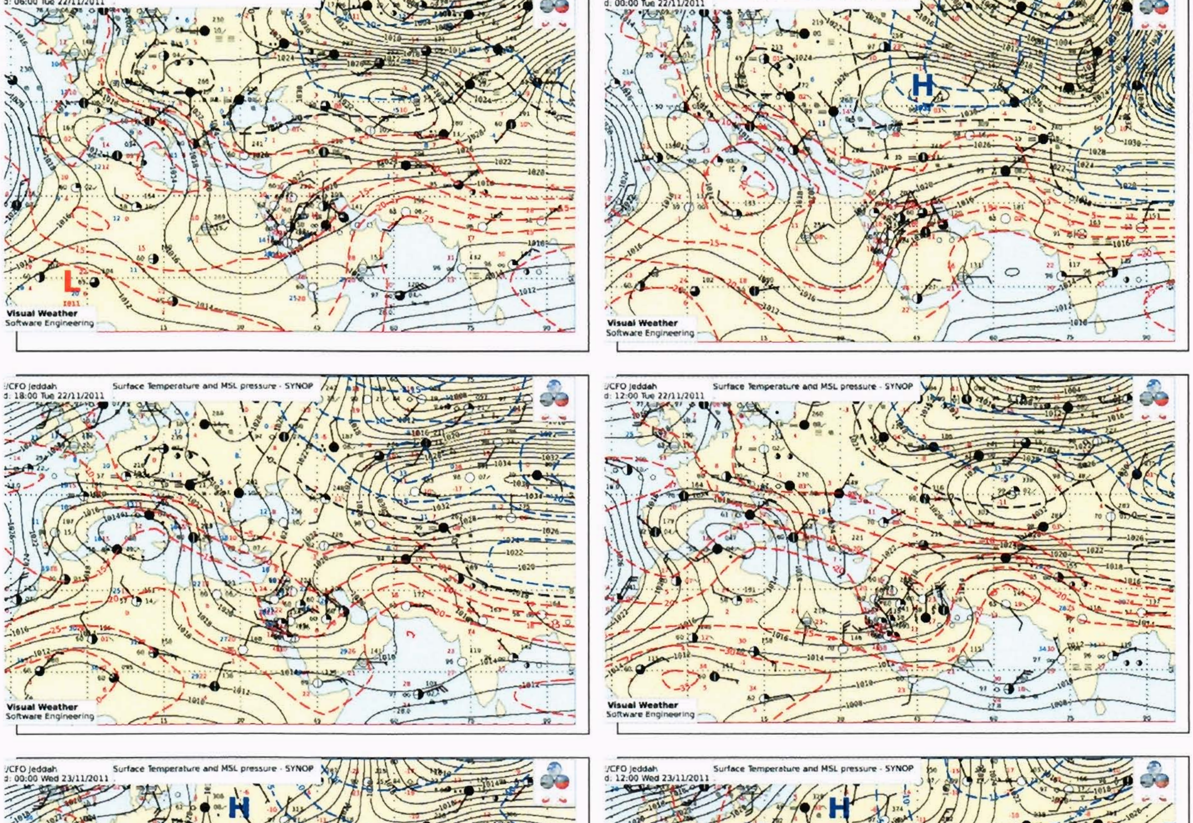
يتضح من أشكال (٢-١٠) تكون منخفض جوي فوق الأجزاء الوسطى لأفريقيا في حين تتكون فوق قارة آسيا وأوروبا وشمال أفريقيا نطاق عام من الضغط الجوي المرتفع مع وجود أكثر من مركز لهذه النطاقات المرتفعة والمتغيرة مكانياً وفي قيمة الضغط بها، وأشدها ارتفاعاً هو المركز المتكون شرق البحر الأسود والبالغ قيمته ١٠٣٠ ملليبار، ويتسم هذا المركز بتحركه نحو الشرق من الساعة (صفر) يوم ٢٢ حتى الساعة (٦) يوم ٢٣، وكان له أكبر الأثر في اتجاهات الرياح وتباينها من ساعة

لأخرى على مدينة مكة المكرمة وإن غلب عليها الاتجاهات الشمالية خاصة الشمالية الشرقية وصاحبها انخفاض في درجة حرارة المدينة والتي بلغت ٢٤.٦ °م وتقاربت قيم درجات الحرارة فيما بين أحياء مدينة مكة المكرمة إذ بلغ المتوسط اليومي لدرجة الحرارة في عرفات ٢٤.٥ °م وفي محطة مكة ٢٤.٨ °م بفارق ٠.٣ °م، ملحق (٢).

وعند الساعة ١٢ ليوم ٢٣ بدأت نطاقات الضغط في التزحزح نحو الشمال بمعدل ٥ : ١٠° عرضية شكل (٢-١٠) وتركز مركز الضغط المرتفع شمال البحر الأسود وتحركت نطاقات الضغط المنخفض نحو الشمال لتمتد على جنوب الهند والأطراف الجنوبية الغربية من شبة الجزيرة العربية ووصل حتى دائرة عرض ١٧° شمالاً فوق قارة أفريقيا وصاحب ذلك تغيير في اتجاه الرياح لتصبح رياح شرقية الساعة ١٢ من يوم ٢٣ وتبع ذلك ارتفاع في درجة حرارة منطقة الدراسة بمقدار ٢.٩°م، حيث بلغ متوسط درجة الحرارة في يوم ٢٣ نحو ٢٧.٥°م.

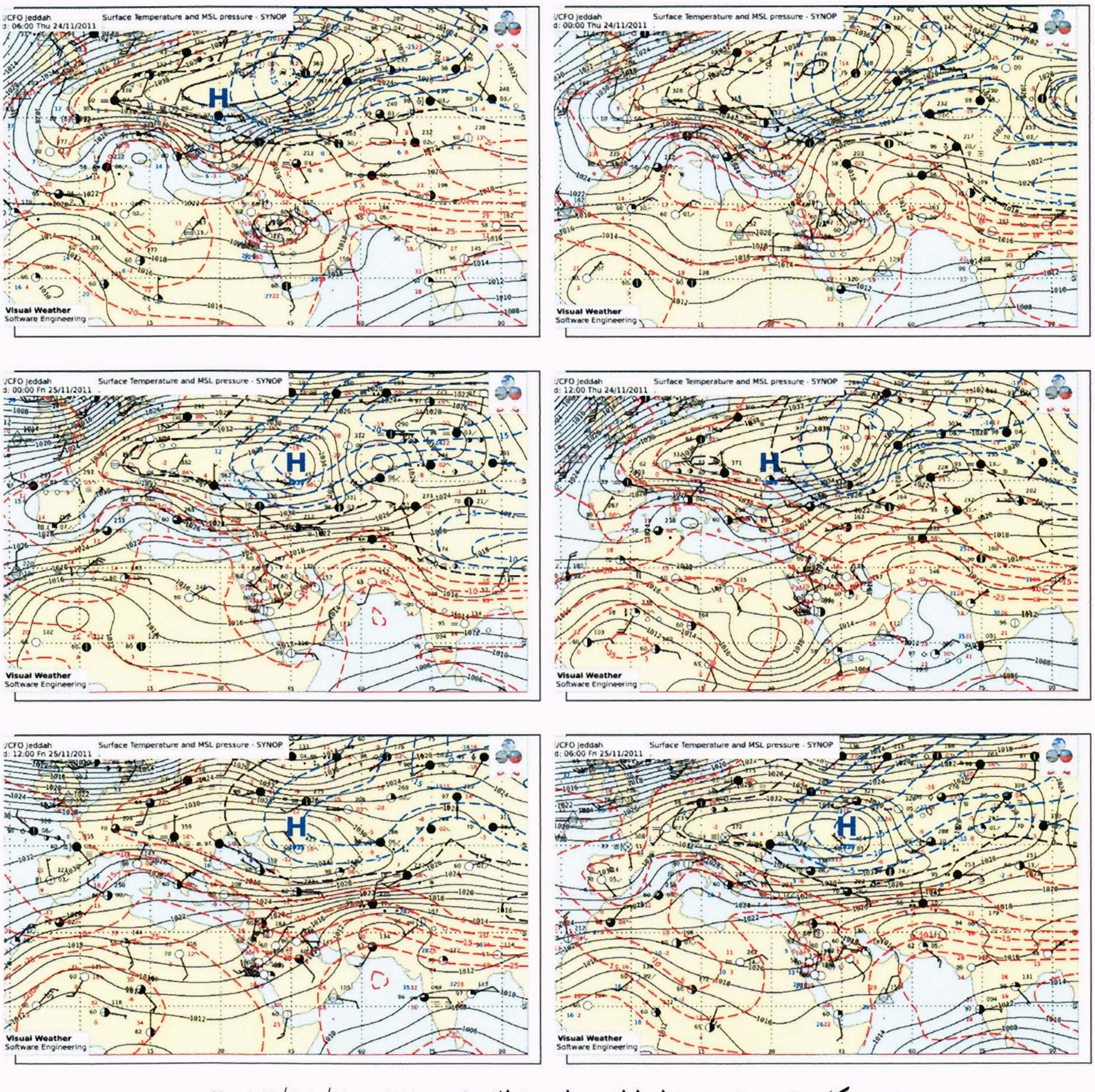
ارتبط باستمرار توزيعات الضغوط الجوية كما هي في يوم ٢٤ شكل (٢-١٠) تغيرت اتجاهات الرياح لتصبح غربية الساعة ١٢ ظهراً من نفس اليوم وارتفعت درجة الحرارة عن اليوم السابق بمقدار ٠.٤°م، إذ بلغ المتوسط اليومي بمنطقة الدراسة ٢٧.٩°م. وتباينت درجة الحرارة فيما بين أحياء المدينة إذ زادت درجة الحرارة في محطة مكة والواقعة في غرب المنطقة بمقدار ١.٢°م عن محطة عرفات الواقعة في جنوب شرق المنطقة ملحق (٢).

وفي يوم ٢٥ عند الساعة (صفر) بدأ مركز الضغط الجوي المرتفع في التمركز في شرق البحر الأسود مرة ثانية وصاحبه تغيرات في اتجاه الرياح الهابة على منطقة الدراسة وسيطر عليها الرياح الشمالية الغربية والتي صاحبها انخفاض في درجة الحرارة لهذا اليوم بمنطقة الدراسة عن اليوم السابق له بمقدار ١.٦°م، حيث بلغ متوسط درجة الحرارة بمنطقة الدراسة ٢٦.٦°م، وأختلف الوضع فيما بين درجة الحرارة في أحياء المدينة فانخفضت درجة الحرارة بمحطة مكة بمقدار ٠.٢°م عن محطة عرفات ملحق (٢).




*المصدر: http://weather1.pme.gov.sa/cfo_default.html

**شكل (٢-١٠) خرائط الطقس اليومية للفترة من ٢٢-٢٥/١١/٢٠١٢م**




**تابع شكل (٢-١٠) خرائط الطقس اليومية للفترة من ٢٢-٢٥/١١/٢٠١٢م**

### (٢-٣-٣) الرطوبة النسبية:

تعد الرطوبة النسبية أفضل مقاييس قياس رطوبة الجو، لأنها تعبر عن درجة اقتراب الهواء من التشبع ببخار الماء، فالرطوبة النسبية هي النسبة المئوية بين كمية بخار الماء الموجودة فعلاً في وحدة حجم معينة من الهواء وبين كمية البخار اللازمة لتشبع نفس الحجم من الهواء وهو في نفس درجة حرارته (مسعد سلامة مندور، ٢٠٠٩،ص٢٦٥) والرطوبة النسبية من العوامل المؤثرة في درجة حرارة الهواء الجوي، إذ أظهرت

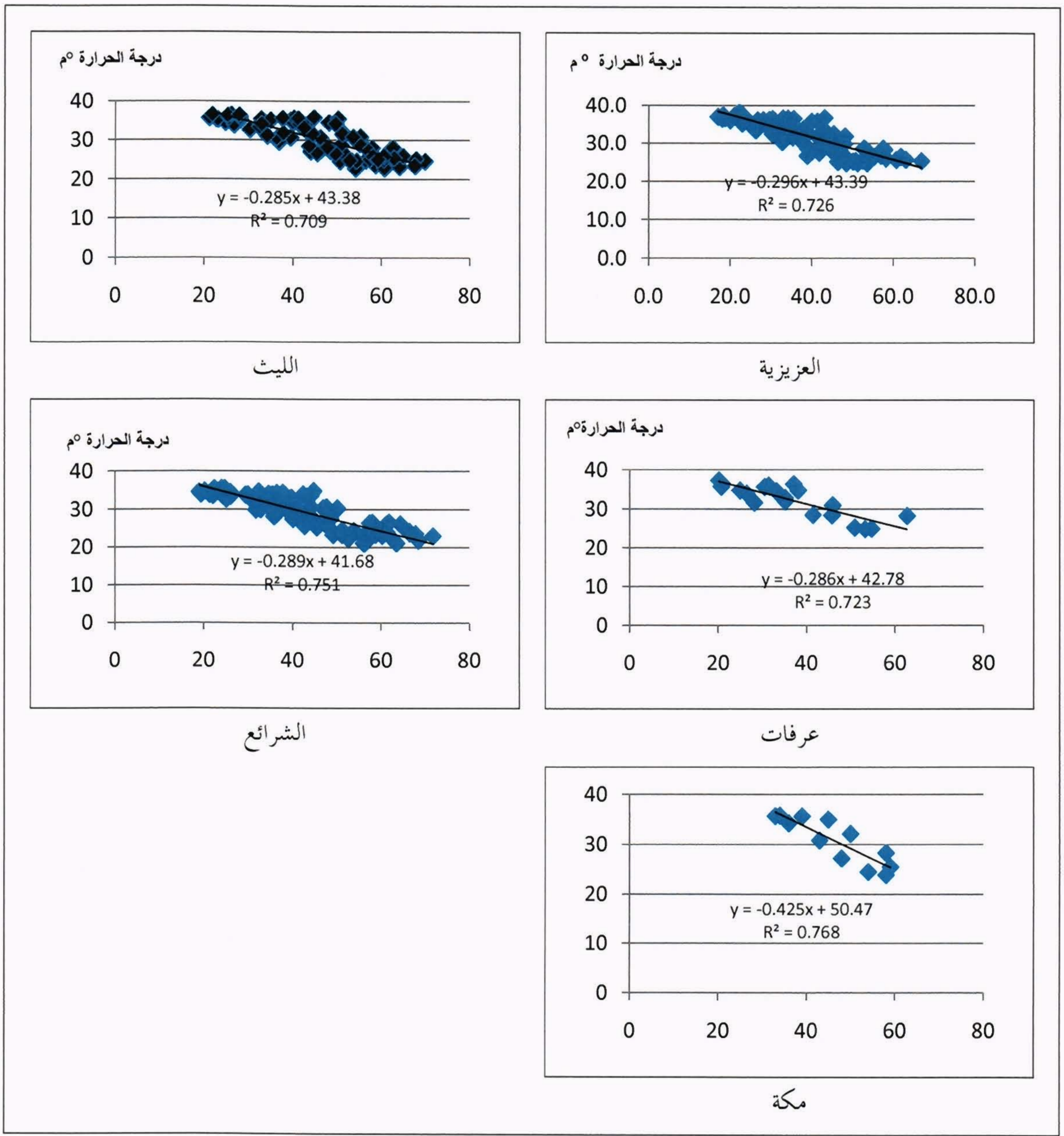
العلاقة الإحصائية بين المعدلات الشهرية للرطوبة النسبية ودرجة الحرارة عن وجود علاقة عكسية في مدينة مكة المكرمة بمقدار -٠.٨٥، ويعني ذلك أنه كلما تزايدت الرطوبة النسبية انخفضت درجة الحرارة والعكس صحيح.

هذا وتباين معدل الارتباط بين المحطات المختلفة كما يظهر في جدول رقم (٢-٤) وشكل رقم (٢-١١) والموضحان لنوع وقيمة الارتباط والتي بلغت بالعزيزية وعرفات والشرائع والليث ومكة -٠.٨٥، -٠.٨٥، -٠.٨٦، -٠.٤، -٠.٨٧ على الترتيب.

وبدراسة المعدلات الشهرية والسنوية للرطوبة النسبية تبين أن المعدل السنوي للرطوبة النسبية في مكة المكرمة ٤٢.٤%، وتباين هذا المعدل من محطة لأخرى، إذ بلغ أعلى معدل في محطة مكة المكرمة بمقدار ٤٦.٤%، وفي الليث ٤٤.٣%، والشرائع ٤٤.٢%، والعزيزية ٤٠.١%، وعرفات ٣٧.٢%، ويفسر لنا موقع المحطات هذا التباين في المعدل السنوي للرطوبة النسبية ، حيث سجل أعلى المعدلات في مكة والليث، وهي المحطات الواقعة غرب منطقة الدراسة والمتأثرة بالرياح الشمالية والغربية أكثر من المحطات الأخرى، ويفسر لنا موقع محطة عرفات الواقعة في جنوب شرق منطقة الدراسة انخفاض الرطوبة النسبية بها، إذ تتأثر بالمؤثرات الجنوبية الشرقية أكثر من المؤثرات الشمالية.

ويتضح من خلال تحليل الأرقام الواردة في جدول رقم (٢-٤) وشكل رقم (٢-١٢) والموضحان للمعدلات الشهرية للرطوبة النسبية في محطات الدراسة أن شهور الشتاء هي أعلى معدلات في الرطوبة النسبية، إذ بلغ المتوسط الفصلي في محطة مكة المكرمة ٥٧%، والعزيزية ٥٤.٣%، وعرفات ٥٣%، والليث ٥٨.٩%، والشرائع ٦٢.٦%، وتباينت قيم الرطوبة النسبية من شهر لآخر، فسجلت بمحطة العزيزية أعلى رطوبة نسبية في شهر ديسمبر بمقدار ٥٩%، وفي العزيزية بشهر فبراير أعلى رطوبة بمقدار ٦١.٦%، وفي الليث سجل أعلى رطوبة نسبية بشهر ديسمبر بمقدار ٦١.٩%، وفي عرفات سجل في شهر يناير أعلى نسبة رطوبة نسبية بمقدار ٥٤.٨%، وأختلف الوضع في الشرائع إذ سجل أعلى نسبة للرطوبة النسبية لشهري فبراير ونوفمبر بمقدار ٦٦.٦%. وتميزت شهور الصيف بتسجيل أدنى معدلات الرطوبة

النسبية حيث بلغ المعدل الفصلي في العزيزية ٣٥.٣%، وعرفات ٢٥.٢%، والشرائع ٢٥.٩%، والليث ٣٠.٥، ومكة ٢٧.٦%.




**شكل (٢-١١) العلاقة بين درجة الحرارة والرطوبة النسبية**

وأختلف التوزيع المكاني للرطوبة النسبية خلال شهور السنة ففي شهر يناير سجل أعلى معدل للرطوبة النسبية بمحطة الشرائع بمقدار ٥٩.٨%، وسجل أدنى معدل للرطوبة النسبية في عرفات بمقدار ٥٤.٨%، وكانت هذه السمة التوزيعية خلال شهور فبراير ومارس ونوفمبر وديسمبر .

وسجل في شهر إبريل أعلى رطوبة نسبية في محطة مكة بمقدار ٤٣%، وأدنى رطوبة نسبية في محطة العزيزية بمقدار ٣٤.٥%، وفي شهور مايو ويونيو ويوليو سجل أعلى رطوبة نسبية في محطة مكة بمقدار يتراوح من ٣٣-٣٦%، وسجل أدنى رطوبة نسبية في عرافات بمقدار يتراوح من ١٣.٩-٢٤.٧% ، وفي شهور أغسطس وسبتمبر وأكتوبر ظلت محطة مكة محتفظة بمكانها كأعلى معدل للرطوبة النسبية في حين سجلت محطة العزيزية أدنى معدل للرطوبة النسبية في أغسطس بمقدار ٣١.١%، ثم جاءت عرفات كأدنى معدل للرطوبة النسبية في سبتمبر وأكتوبر بمقدار ٣٦.١%، ٢٤.٧% على الترتيب.، وانعكس هذا على درجة الحرارة حيث سجلت أعلى معدلات لدرجة الحرارة في المدينة خلال شهور الصيف وأدناها خلال فصول الشتاء.

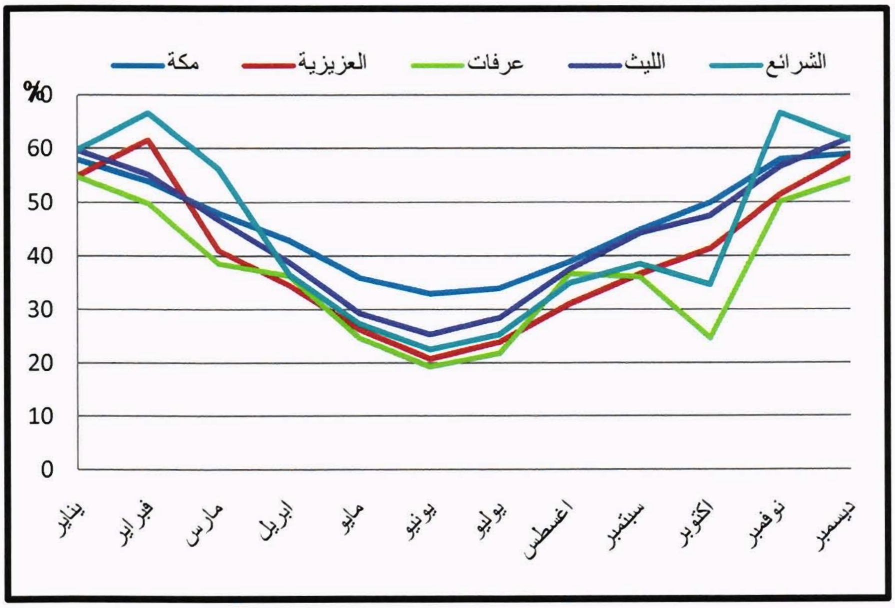
**جدول (٢-٤) المعدل الشهري للرطوبة النسبية في محطات الدراسة**

| الشهر | مكة* | العزيزية | عرفات | الليث | الشرائع |
|---|---|---|---|---|---|
| يناير | ٥٨ | ٥٥ | ٥٤.٨ | ٥٩.٧ | ٥٩.٨ |
| فبراير | ٥٤ | ٦١.٦ | ٤٩.٩ | ٥٥.٣ | ٦٦.٦ |
| مارس | ٤٨ | ٤١ | ٣٨.٦ | ٤٦.٨ | ٥٦.٢ |
| ابريل | ٤٣ | ٣٤.٥ | ٣٦.٣ | ٣٨.٩ | ٣٦.٦ |
| مايو | ٣٦ | ٢٦.٣ | ٢٤.٧ | ٢٩.٤ | ٢٧.٤ |
| يونيو | ٣٣ | ٢٠.٨ | ١٩.٣ | ٢٥.٤ | ٢٢.٦ |
| يوليو | ٣٤ | ٢٣.٩ | ٢١.٨ | ٢٨.٥ | ٢٥.٤ |
| اغسطس | ٣٩ | ٣١.١ | ٣٦.٧ | ٣٧.٦ | ٣٥ |
| سبتمبر | ٤٥ | ٣٦.٦ | ٣٦.١ | ٤٤.٣ | ٣٨.٦ |
| اكتوبر | ٥٠ | ٤١.٤ | ٢٤.٧ | ٤٧.٦ | ٣٤.٧ |
| نوفمبر | ٥٨ | ٥١.٥ | ٥٠.١ | ٥٦.٧ | ٦٦.٦ |
| ديسمبر | ٥٩ | ٥٨.٦ | ٥٤.٤ | ٦١.٩ | ٦١.٦ |

المصدر: * من حساب الطالب اعتماداً على بيانات الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة

* معهد خادم الحرمين الشريفين لأبحاث الحج والعمرة، بيانات غير منشورة.

* وباقي المحطات من حساب الباحث اعتماداً على بيانات معهد خادم الحرمين الشريفين لأبحاث الحج والعمرة




**شكل (٢-١٢) المعدلات الشهرية للرطوبة النسبية في محطات الدراسة**

## (٢-٤) الكثافة المرورية في مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة:

تتسم مدينة مكة المكرمة بارتفاع معدلات الكثافة السكانية خاصة في مواسم الحج والعمرة، حيث بلغت كثافة السكان[٤] في موسم الحج لعام ١٤٣١هـ (٢٠١٠م) ٢٧٥٥نسمة/كم$^{٢}$، وفي موسم حج ١٤٣٣هـ (٢٠١٢م) ٢٩٨٩نسمة/كم٢، كما تصل كثافة السكان في الأيام الأخرى من السنة إلى ١٠٠٤ نسمة/كم٢، وهذه الكثافة محسوبة بالنسبة للمساحة الكلية لمنطقة الدراسة فإذا حسبت بالنسبة للحيز العمراني فإنها تكون أكبر من ذلك، وأرتبط بهذه الكثافة المرتفعة زيادة في أعداد السيارات بشكل واضح طوال أيام السنة خاصة في فترات الحج والعمرة كما يظهر في صورة رقم (٢-٣) وملحق رقم (٣).

[٤] ) تم حساب كثافة السكان اعتماداً على المعادلة: كثافة السكان = إجمالي عدد السكان/ مساحة منطقة الدراسة.
ومن الجدير بالذكر أنه تم حساب الكثافة اعتماداً على إجمالي عدد السكان مضاف إليه إجمالي أعداد الحجاج في مواسم الحج بالنسبة للمساحة الإجمالية لمنطقة الدراسة وليس للحيز العمراني لمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة.



**صورة (٢-٣) منظر عام للكثافة المرورية في مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة**

وأسفرت دراسة العلاقة الإحصائية بين إجمالي عدد السيارات ودرجات الحرارة في مواقع الحصر الموضحة في الفصل الأول عن وجود علاقة طردية بقيمة ارتباط ٠.٢٦ كما يظهر في شكل (٢-١٣)، ويعني ذلك أنه كلما ارتفع إجمالي عدد السيارات كلما زادت درجة الحرارة.

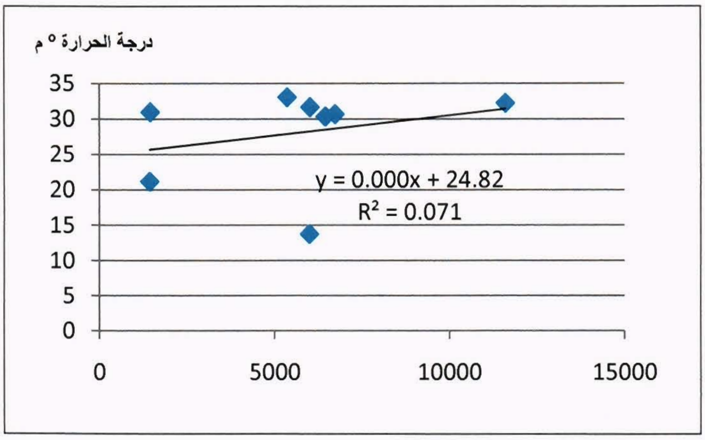
وتشير الأرقام الواردة في ملحق رقم (٣) والموضح لإجمالي عدد السيارات المارة في أيام ٥ و١٠ و١١ من شهر ذو الحجة لعام ١٤٣٢هـ خلال الـ ٥ ساعات الممتدة من الساعة ١٦-٢٠ أن إجمالي عدد

السيارات في يوم ٥ لم ينخفض عن ٦٠٠٠ سيارة في الاتجاهين بمعدل ١٢٠٠ سيارة/ساعة ويعني هذا مرور ٢٠ سيارة/دقيقة.

وفي يوم ١٠ تباين إجمالي عدد السيارات في المواقع المختلفة فبلغ أعلى معدل في العوالي أمام البنك الأهلي بمعدل ١٨ سيارة/دقيقة، ويرجع انخفاض عدد السيارات في باقي المواقع والذي لم يزد عن ٧ سيارات/دقيقة لطبيعة هذا اليوم لكونه أول أيام التشريق.

وفي يوم ١١ زاد إجمالي عدد السيارات بشكل واضح جداً في العوالي أمام مطعم المذاق التركي إذ بلغ المعدل ٣٨ سيارة/دقيقة، وفي بطحاء قريش ٢٠ سيارة/دقيقة، وأختلف في المواقع الأخرى إذ لم يزد عن ٩ سيارات/دقيقة.

ويشير ذلك إلى تباين إجمالي عدد السيارات من منطقة لأخرى الأمر الذي يتبعه تباين في درجات الحرارة.



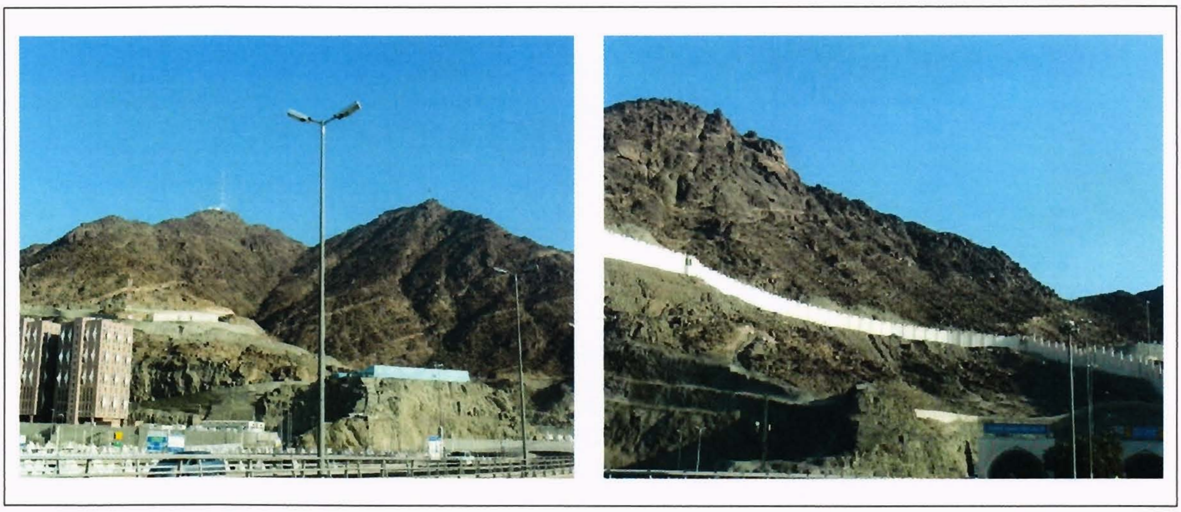

**شكل (٢-١٣) العلاقة بين أعداد السيارات ودرجة الحرارة في مواقع الحصر**

## (٢-٥) استخدامات الأراضي في مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة:

من الأهمية بمكان أن نتعرف بخرائط التركيب الوظيفي (استخدامات الأراضي) للمدينة وخرائط توزيع كثافة المباني والمنشآت قبل تحليل الخرائط الحرارية للمدينة باعتبارها متغيرات جغرافية عمرانية أساسية تتدخل في تحديد ملامح الخريطة الحرارية حتى يسهل الربط بين تلك المتغيرات وتوزيع درجة الحرارة

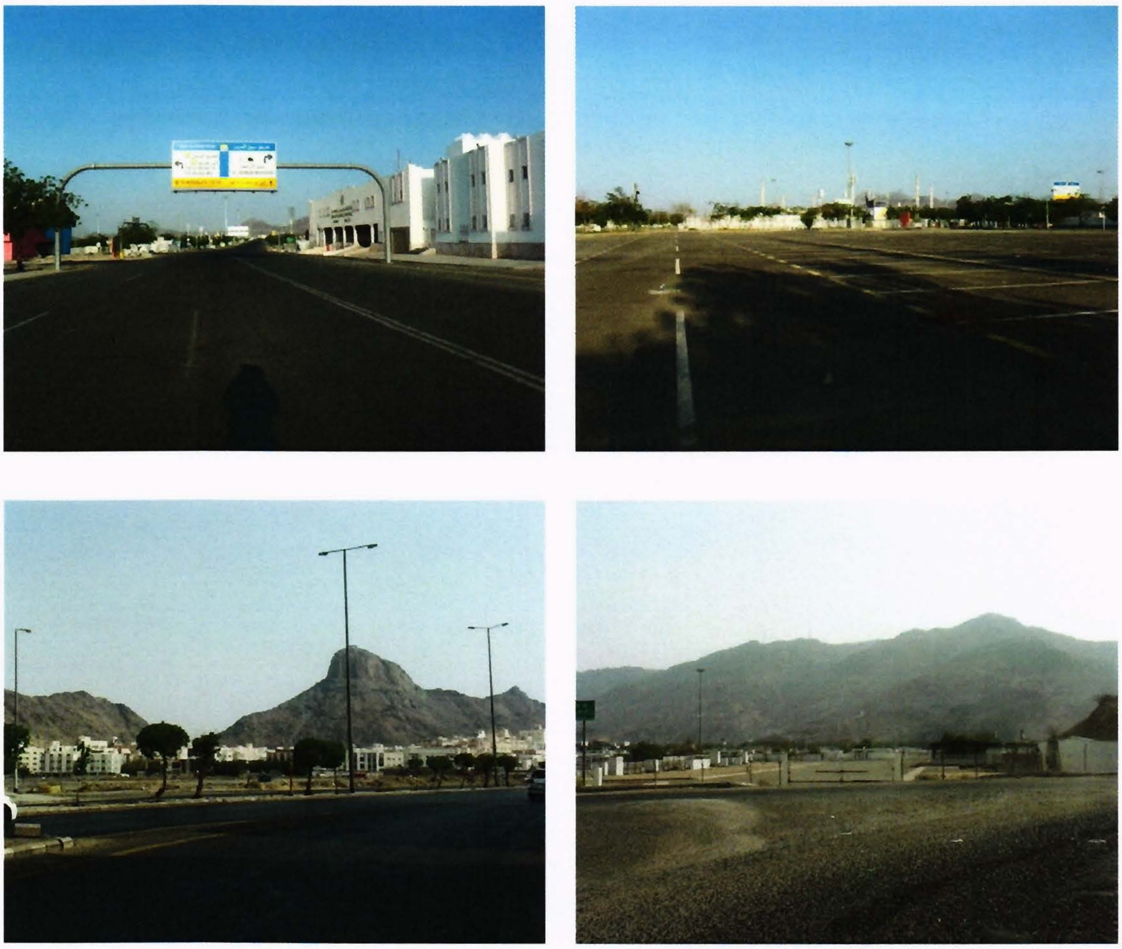
بعد ذلك (محمد إبراهيم شرف،٢٠٠٦،ص ص ٢٣٤،٢٣٦)، ومن أهم خصائص مدينة مكة المكرمة أنها نمت واتسعت مساحتها وتعددت وظائفها لكونها قبلة المسلمين. والوظيفة الرئيسية للمدينة هي الوظيفة الدينية، وقد فرضت تلك الصفة للمدينة وضعاً عمرانياً يخدم حجاج بيت الله الحرام والمعتمرين في معظم الأحياء المختلفة خاصة الأحياء المحيطة بالحرم المكي والأحياء القريبة منه، وأرتبط بذلك التوسع في إنشاء الطرق المرصوفة بمساحات كبيرة كمحاور دائرية وطولية متقاطعة عليها حول الحرم المكي.

ومن المشاهدات الميدانية أتضح أن المظهر الجيومورفولوجي السائد في منطقة الحرم المكي يتمثل في جبال من الصخور النارية والمتحولة وأودية أنتشر بها العمران وشبكات الطرق المختلفة، وأرتبط بهذه الصخور النارية والمتحولة الألوان الداكنة كما في الصورة رقم (٢-٤) فضلاً عن ارتفاع مساحة الأراضي المرصوفة في منطقة المشاعر المقدسة خاصة منطقة عرفات صورة رقم (٢-٥)، وانعكس هذا كله على معدلات البيدو الأسطح، والبيدو هو قدرة الأرض على عكس الإشعاع الشمسي وردها إلى الفضاء الخارجي دون أن يكون لها تأثير على حرارتها، ولكل جسم وشكل من أشكال الأرض البيدو خاص به، إذ يبلغ البيدو الطرق المرصوفة من ٥-١٠% والبيدو الكتل العمرانية من ١٧-٢٧% (مسعد سلامة مندور،٢٠٠٩،ص ص ١٠٢،١٠١). والألبيدو يعد عنصراً أساسياً فيما يتعلق بأنظمة المناخ المحلية (محمد نجيب عبد العظيم،١٩٩٨،ص ٨٦).



**صورة (٢-٤) بعض جبال مكة المكرمة ويظهر الألوان الداكنة بها بمقارنتها بألوان المنشآت العمرانية المجاورة**

ومن هذا نستنتج أن الأسطح تختلف في مقدرتها على امتصاص وعكس الإشعاع الشمسي مما يؤثر على الحرارة المكتسبة إذ تمتص معظم الأسطح في مكة المكرمة وبالأخص الصخور الداكنة اللون والطرق المرصوفة معدلات أشعة عالية وتعكسها في شكل أشعة حرارية ينجم عنها ارتفاع في درجة الحرارة خلال الساعات من ١٦-٢١ في الهواء الملاصق لسطح الأرض ويشعر بهذا سكان مدينة مكة المكرمة، وينعكس هذا على ارتفاع درجات الحرارة اليومية في منطقة الدراسة.



**صورة (٢-٥) ارتفاع المساحات المرصوفة في مدينة مكة المكرمة ومنطقة المشاعر المقدسة**

# الفصل الثالث

## خصائص وتوزيع درجة الحرارة في مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة

(٣-١) تكرار المتوسطات اليومية لدرجة الحرارة في مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة

(٣-٢) المعدلات السنوية لدرجة الحرارة في مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة

(٣-٣) المعدلات الفصلية والشهرية لدرجة الحرارة في مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة

(٣-٤) توزيع درجة الحرارة خلال فصول السنة في مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة

(٣-٤-١) توزيع درجة الحرارة خلال شهور الشتاء

(٣-٤-٢) توزيع درجة الحرارة خلال شهور الربيع

(٣-٤-٣) توزيع درجة الحرارة خلال شهور الصيف

(٣-٤-٤) توزيع درجة الحرارة خلال شهور الخريف

## خصائص وتوزيع درجة الحرارة في مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة

**مقدمة:**

تتباين المدن في خصائص مناخها تبعاً لاختلاف مواقعها ومواضعها وأحجام سكانها ووظيفة كل منها، في حين تتباين خصائص مناخ المدينة الواحدة تبعاً لتباين تركيبها الوظيفي وتوزيع استخدامات الأراضي على امتدادها بالإضافة إلى تباين درجة النشاط البشري بين نطاقاتها والتي تحددها كثافة سكانها ومبانيها ومنشآتها (محمد إبراهيم شرف،٢٠٠٦،ص٢٣١)، ومع ازدياد نمو المدينة واتساع رقعتها وتضخم حجم سكانها فإنها تكون لنفسها نوع من المكان المحلي الخاص بها ينشأ عن طبيعة الحياة فيها يعرف بمناخ المدينة أو المناخ الحضري (Smith, 1957,p65).

ومدينة مكة المكرمة واحدة من أبرز وأهم المدن العالمية لكونها قبلة المسلمين، إذ يفد إليها المسلمون على طول العام لإتمام مناسك العمرة، فضلاً عن الهجرات البشرية الضخمة الحادثة في فترات الحج من شتى بقاع الأرض، كل هذه المتغيرات الجغرافية والوظيفية للمدينة تفرض تغييراً وتعديلاً في مناخها عن المناخ الإقليمي المحيط بها، ويصاحب هذا تغيرات في خصائص درجة الحرارة خاصة في المناطق الوسطى للمدينة عن الأطراف والمناطق المحيطة بها.

ويهدف الفصل إلى دراسة خصائص وتوزيع درجات الحرارة من خلال تقسيمه إلى أربعة نقاط رئيسية هي :

- تكرار المتوسطات اليومية لدرجة الحرارة في مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة .
- المعدلات السنوية لدرجة الحرارة بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة .
- المعدلات الفصلية والشهرية لدرجة الحرارة بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة .
- توزيع درجة الحرارة خلال شهور السنة في مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة .

وتم دمج المعدلات الشهرية والفصلية في معالجة واحدة لكون أن المعدلات الفصلية هي تجميع لخصائص درجة الحرارة في الشهور المكونة لكل فصل. وفيما يلي دراسة كل منها بالتفصيل :

## (٣-١) تكرار المتوسطات اليومية لدرجة الحرارة في مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة:

تكرار المتوسطات اليومية لدرجة الحرارة هو إجمالي عدد الأيام التي يتكرر بها المتوسط اليومي لدرجة الحرارة طوال فترة الرصد بالمحطات المختلفة مع اختلاف فترة الرصد من محطة لأخرى كما ظهر في الفصل الأول، وتمت دراسة تكرار المتوسطات اليومية لدرجة الحرارة بمحطات العزيزية والليث وعرفات والشرائع نظراً لتوفر البيانات في المحطات الأربع لفترات زمنية طويلة زادت عن ٢٠٠٠ يوم في أدنى محطة بكل منها، إذ بلغ إجمالي عدد أيام الدراسة في العزيزية ٣٥٤٧ يوم، وفي الليث ٢٨٦٠ يوم، وفي عرفات ٢٠٦٨ يوم، وفي الشرائع ٣٠٢٠ يوم، ولحصر تكرار المتوسطات اليومية لدرجة الحرارة تم تقسيمها إلى ٦ فئات، هي :

- الفئة الأولى: الأيام التي تنخفض بها درجة الحرارة عن ٢٠°م وهي الأيام التي ينخفض بها المتوسط اليومي لدرجة الحرارة عن ٢٠°م.
- الفئة الثانية : هي الأيام التي يتراوح المتوسط اليومي لدرجة الحرارة بها من ٢٠ إلى أقل من ٢٥°م.
- الفئة الثالثة : هي الأيام التي يتراوح المتوسط اليومي لدرجة الحرارة بها من ٢٥ إلى اقل من ٣٠°م.
- الفئة الرابعة : هي الأيام التي يتراوح المتوسط اليومي بها لدرجة الحرارة من ٣٠ إلى أقل من ٣٥°م.
- الفئة الخامسة: هي الأيام التي يتراوح المتوسط اليومي بها لدرجة الحرارة من ٣٥ إلى أقل من ٤٠°م.
- الفئة السادسة : هي الأيام التي يصل فيها المتوسط اليومي لدرجة الحرارة إلى ٤٠°م وأكثر.

ومن خلال جدول رقم (٣-١) وشكل (٣-١) وملحق رقم (٤) والموضح بهم نسب تكرار المتوسطات اليومية لدرجة الحرارة في المحطات المختلفة من إجمالي عدد أيام الدراسة، تتضح الخصائص التالية:

- أتسمت مدينة مكة المكرمة بارتفاع درجة الحرارة معظم أيام السنة، حيث بلغت نسبة تكرار المتوسطات اليومية لدرجات الحرارة المتراوحة من ٣٠-٤٠°م في مدينة مكة المكرمة أكثر من ٥٠% من إجمالي أيام الدراسة، كما زادت نسبة تكرار المتوسطات اليومية المتراوحة من ٢٥-٤٠°م إلى أكثر من ٨٠% من إجمالي عدد أيام الدراسة، وبلغت نسبة تكرار المتوسطات اليومية لدرجات الحرارة الأقل من ٢٠°م نحو ١.٠٢% من إجمالي عدد أيام الدراسة.

- تميزت محطات الدراسة بارتفاع درجة الحرارة معظم أيام السنة، إذ تشير الأرقام الواردة في الجدول إلى زيادة نسب تكرار المتوسطات اليومية لدرجة الحرارة التي تراوحت من ٣٠°م إلى أقل من ٤٠°م بلغت في العزيزية ٦٠.٦٤%، وفي الليث ٦٢.٦٥%، وفي عرفات ٥٣.٨١%، وفي الشرائع ٥١.٢٥%، كما تراوحت درجة الحرارة من ٢٥-٤٠°م في ثلاثة أرباع أيام الدراسة بجميع المحطات حيث بلغت نسب تكرار المتوسطات اليومية لدرجات الحرارة المتراوحة من ٢٥-٤٠°م في العزيزية إلى ٨٨.٦%، وفي الليث ٨٦.١٦%، وفي عرفات ٨١.٢٢%، وفي الشرائع ٧٥.٥١%.

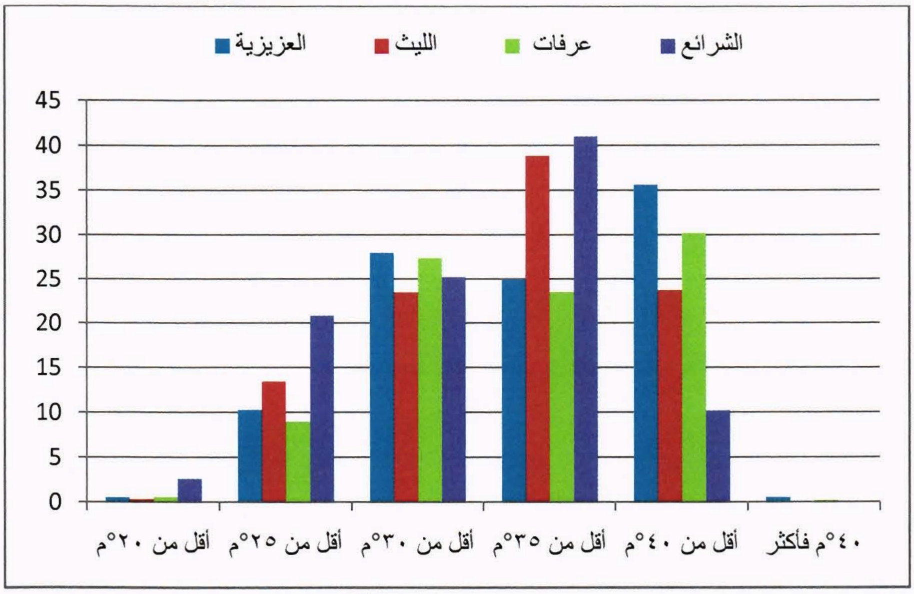
**جدول (٣-١) نسب تكرار المتوسطات اليومية لدرجة الحرارة في المحطات المختلفة من إجمالي عدد أيام الدراسة**

| المحطة | أقل من ٢٠°م | أقل من ٢٥°م | أقل من ٣٠°م | أقل من ٣٥°م | أقل من ٤٠°م | ٤٠°م فأكثر |
|---|---|---|---|---|---|---|
| العزيزية | ٠.٥٣ | ١٠.٣ | ٢٨ | ٢٥ | ٣٥.٦٤ | ٠.٥٣ |
| الليث | ٠.٣٥ | ١٣.٤٦ | ٢٣.٥١ | ٣٨.٨٨ | ٢٣.٧٧ | ٠.٠٣ |
| عرفات | ٠.٥٨ | ٩ | ٢٧.٤١ | ٢٣.٥٤ | ٣٠.٢٧ | ٠.٢ |
| الشرائع | ٢.٦ | ٢٠.٨٦ | ٢٥.٢٦ | ٤١.٠٥ | ١٠.٢ | ٠.٠٣ |

- أتسمت عدد الأيام التي سُجل بها درجة حرارة أكثر من ٤٠°م بأنها أقل الأيام عدداً في جميع المحطات، إذ بلغت نسبتها في محطات العزيزية والليث وعرفات والشرائع ٠.٥٣ ، ٠.٠٣ ، ٠.٢ ، ٠.٠٣% على الترتيب من إجمالي أيام الدراسة، وتلاها في ذلك الأيام التي انخفضت بها درجة الحرارة عن ٢٠°م، إذ بلغت في العزيزية ٠.٥٣%، وفي الليث ٠.٣٥%، وفي عرفات ٠.٥٨%، وفي الشرائع ٢.٦%. ويلاحظ أن جميع النسب لعدد الأيام الأقل من ٢٠°م والأكثر من ٤٠°م لم تزيد عن ١% من جملة أيام الدراسة سوى في محطة الشرائع.
- اختلفت المحطات فيما بينها في أعلى نسب لإجمالي عدد الأيام المسجل بها المتوسطات اليومية لدرجات الحرارة، حيث اشتركت العزيزية وعرفات في الفئة الحرارية المتراوحة من ٣٥- أقل من ٤٠°م بنسبة ٣٥.٦٤% بالعزيزية، و٣٠.٢٧% بعرفات ، في حين اشتركت محطتي الليث والشرائع في أعلى نسب لتكرار المتوسطات اليومية لدرجة الحرارة للفئة المتراوحة من

٣٠°م إلى أقل من ٣٥°م، وبلغت نسبة هذه الأيام في الليث ٣٨.٨٨%، وفي الشرائع ٤١.٠٥%.

هذا وبلغ إجمالي عدد الأيام التي زاد بها المتوسط اليومي لدرجة الحرارة عن ٤٠°م إلى ١٩ يوم في العزيزية وسجلت في الشهور الممتدة من مايو حتى أغسطس، و٤ أيام في محطة عرفات، ولم يسجل في محطة الليث والشرائع سوى يوم واحد طوال فترة الدراسة.




**شكل (٣-١) نسب تكرار المتوسطات اليومية لدرجة الحرارة في المحطات المختلفة من إجمالي عدد أيام الدراسة**

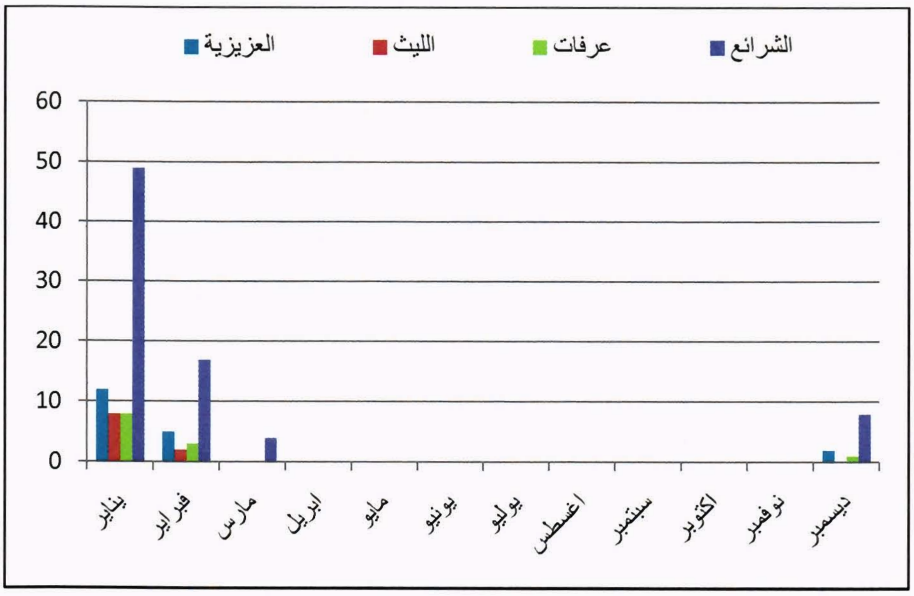
هذا وتباين تكرار المتوسطات اليومية من محطة لأخرى خلال شهور السنة المختلفة، وفيما يلي دراسة هذه الاختلافات من خلال الفئات الستة الرئيسية لدرجة الحرارة.

## (٣-١-١) عدد الأيام التي انخفض بها المتوسطات اليومية لدرجة الحرارة عن ٢٠°م:

هذه الفئة هي ثاني أقل تكراراً للمتوسطات اليومية لدرجة الحرارة بمدينة مكة المكرمة، حيث بلغت نسبة تكرار المتوسطات اليومية لدرجة الحرارة الأقل من ٢٠°م للمدينة نحو ١.٠٢%، وبلغ إجمالي عدد الأيام في محطة العزيزية ١٩ يوم (٠.٥٣% من إجمالي عدد أيام الدراسة بالمحطة) وفي الليث ١٠ أيام (٠.٣٥% من إجمالي عدد أيام الدراسة بالمحطة) وفي عرفات ١٢ يوم (٠.٥٨% من إجمالي عدد أيام الدراسة بالمحطة) وفي محطة الشرائع ٧٨ يوم (٢.٦% من إجمالي عدد أيام الدراسة

بالمحطة) وارتفاع إجمالي عدد الأيام بمحطة الشرائع يعد مؤشراً على ارتفاع درجة الحرارة بالأجزاء الوسطى والجنوبية للمدينة عن الأطراف الشمالية.

ومن خلال شكل (٣-٢) يتضح أن أيام هذه الفئة تتوزع في شهور الشتاء بجميع المحطات، إذ لم تسجل تلك المتوسطات لدرجة الحرارة في أي من الشهور الممتدة من مارس وحتى نوفمبر بجميع المحطات ماعدا محطة الشرائع والتي سجل بها ٤ أيام بشهر مارس كما يظهر في ملحق رقم (٤)، وتتركز أيام هذه الفئة في شهر يناير، وفي محطة العزيزية بلغ عدد الأيام التي انخفضت بها درجة الحرارة عن ٢٠°م نحو ١٢ يوم، وفي محطة الليث وعرفات ٨ أيام، وفي محطة الشرائع ٤٩ يوم.



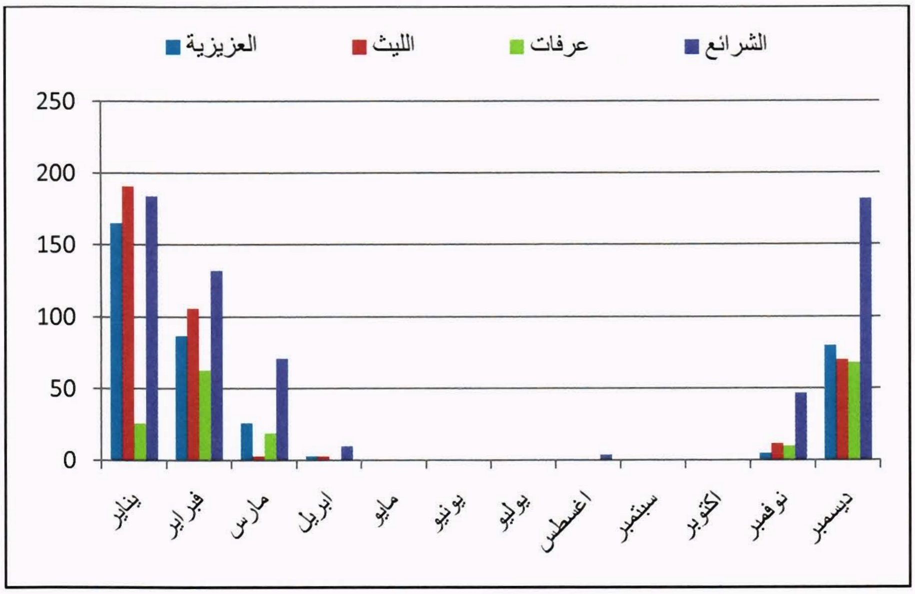

**شكل (٣-٢) عدد ألايام المسجل بهامتوسط درجة الحرارة الاقل من ٢٠ °م بمحطات الدراسة**

### (٣-١-٢) عدد الأيام التي تراوح بها المتوسطات اليومية لدرجة الحرارة من ٢٠ إلى أقل من ٢٥°م:

تتراوح نسب تكرار المتوسطات اليومية لدرجة الحرارة لهذه الأيام من ٩ إلى ٢٠.٨٦% بالمحطات المختلفة بمتوسط ١٣.٤١% للمدينة، وأقلها في عدد الأيام المسجل بها هذا المتوسط لدرجة الحرارة محطة عرفات والتي سجل بها ١٨٦ يوم (٩% من إجمالي عدد أيام الدراسة بالمحطة) وبلغت

في الليث ٣٨٥ يوم (١٣.٤٦% من إجمالي عدد أيام الدراسة بالمحطة) وفي العزيزية ٣٦٦ يوم (١٠.٣% من إجمالي عدد أيام الدراسة بالمحطة) وفي الشرائع ٦٣٠ يوم (٢٠.٨٦% من إجمالي عدد أيام الدراسة بالمحطة) ويتضح من هذا أن الأطراف الشمالية للمدينة سجل بها أكبر نسب تكرار للمتوسطات اليومية لدرجة الحرارة لهذه الفئة عن الأجزاء الوسطى والجنوبية الشرقية.

ومن خلال شكل رقم (٣-٣) يتضح أن هذه المتوسطات سجلت في شهور الشتاء (يناير-فبراير-ديسمبر) وشهري مارس وأبريل من الربيع وشهر نوفمبر من الخريف، وتركزت هذه المتوسطات اليومية لدرجة الحرارة في شهري يناير وفبراير بمحطتي العزيزية والليث، في حين تركزت هذه المتوسطات في شهري فبراير وديسمبر بمحطة عرفات، وشهري يناير وديسمبر بمحطة الشرائع.



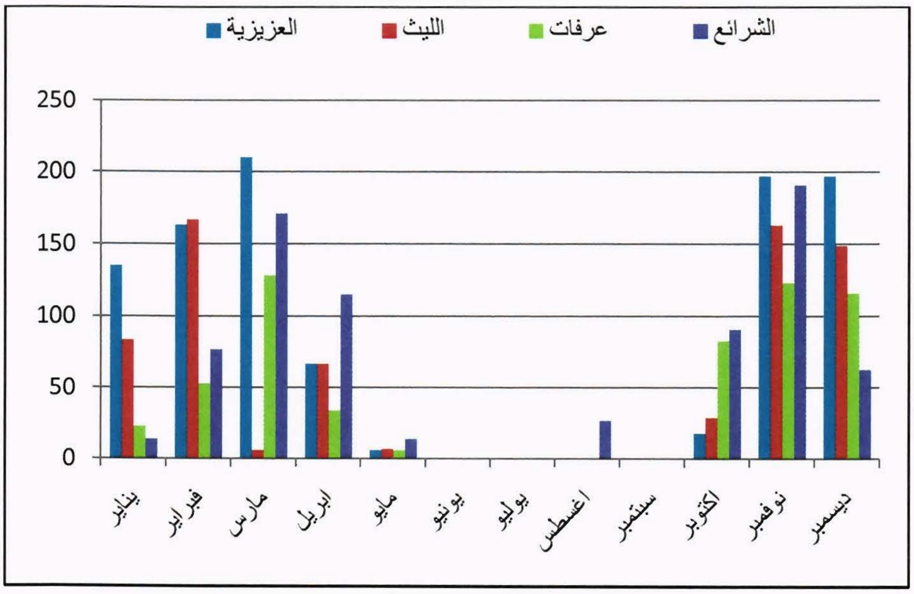

**شكل (٣-٣) عدد أيام متوسط درجة الحرارة الاقل من ٢٥ °م بمحطات الدراسة**

## (٣-١-٣) عدد الأيام التي تراوح بها المتوسطات اليومية لدرجة الحرارة من ٢٥ إلى أقل من ٣٠°م:

يبلغ متوسط نسب تكرار المتوسطات اليومية لدرجة الحرارة لهذه الفئة بمدينة مكة المكرمة نحو ٢٦.٠٥% وبذلك تشكل أكثر من ربع أيام السنة، وتختلف عدد الأيام التي يتكرر بها هذه المتوسطات اليومية ونسبتها من محطة لأخرى، إذ تبلغ في العزيزية ٩٩٣ يوم (٢٨% من إجمالي عدد

ايام الدراسة بالمحطة) وفي الليث ٦٧٢ يوم (١٣.٤٦% من إجمالي عدد أيام الدراسة بالمحطة) وفي عرفات ٥٦٧ يوم (٢٧.٤١% من إجمالي عدد أيام الدراسة بالمحطة) وفي الشرائع ٧٦٣ يوم (٢٥.٢٦% من إجمالي عدد أيام الدراسة بالمحطة) كما يظهر في جدول رقم (٣-١).

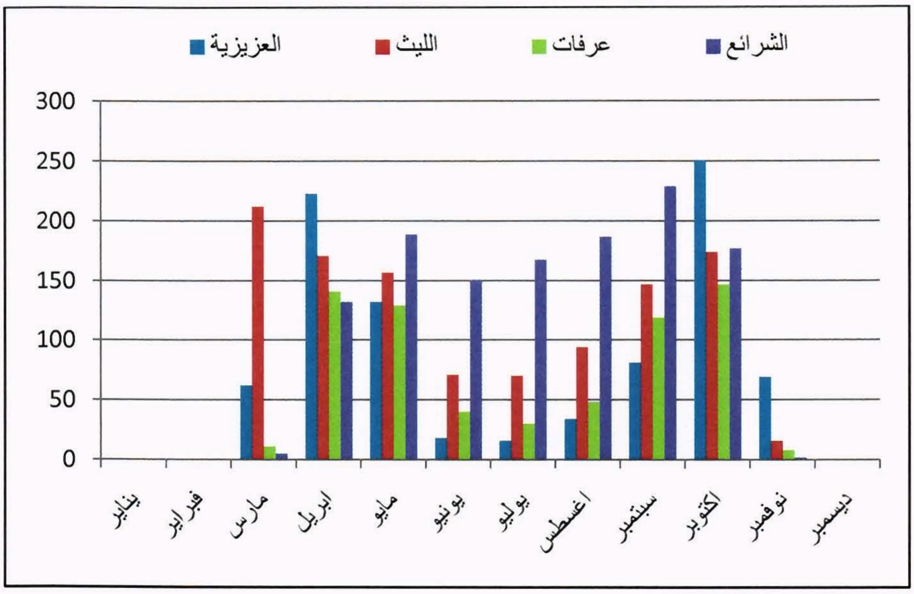
ومن خلال شكل رقم (٣-٤) يتضح أن المتوسطات اليومية لدرجات الحرارة المتراوحة من ٢٥ إلى أقل من ٣٠°م تتوزع في جميع شهور السنة فيما عدا شهور الصيف وشهر سبتمبر من الخريف، وتتركز في شهور يناير (١٣٥يوم)، وفبراير (١٩٣يوم)، ومارس (٢١٠يوم)، ونوفمبر (١٩٧يوم)، وديسمبر (١٩٧يوم) بمحطة العزيزية، وفي شهور يناير (٨٤ يوم)، وفبراير (١٦٧يوم)، ونوفمبر (١٦٣يوم)، وديسمبر (١٤٩يوم) بمحطة الليث، وفي شهور مارس (١٢٨يوم)، ونوفمبر (١٢٣يوم)، وديسمبر (١١٦يوم) بمحطة عرفات، وفي شهور مارس (١٧١يوم)، وأبريل (١١٥يوم)، ونوفمبر (١٩١يوم) في محطة الشرائع.




**شكل (٣-٤) عدد أيام متوسط درجة الحرارة الاقل من ٣٠ °م بمحطات الدراسة**

**(٣-١-٤) عدد الأيام التي تتراوح بها المتوسطات اليومية لدرجة الحرارة من ٣٠ إلى أقل من ٣٥°م:**

تشكل هذه المتوسطات اليومية أعلى نسب لتكرار المتوسطات اليومية في مدينة مكة المكرمة والمحطات المختلفة، إذ بلغت نسبتها في مدينة مكة المكرمة ٣٢.١٢% بينما جاءت في محطة الشرائع كأعلى نسبة بمقدار ٤١.٠٥%، وفي الليث ٣٨.٨٨%، وفي العزيزية ٢٥%، وفي عرفات ٢٣.٥٤%، ومن خلال شكل رقم (٣-٥) يتضح أن هذه المتوسطات لم تسجل في شهور الشتاء (يناير ، فبراير ، ديسمبر)، ويختلف تكرارها من محطة لأخرى بالشهور المختلفة، ففي محطة الليث تركز تكرار المتوسطات من شهور مارس في شهور مارس وأبريل ومايو وأكتوبر، وفي محطة العزيزية تركزت في شهور أبريل ومايو وأكتوبر، وفي محطة عرفات تركزت في شهور أبريل ومايو وسبتمبر وأكتوبر، وفي محطة الشرائع جاء تكرار هذه المتوسطات في الشهور الممتدة من مايو إلى سبتمبر (بعدد أيام يتراوح من ١٥١-٢٢٩يوم).

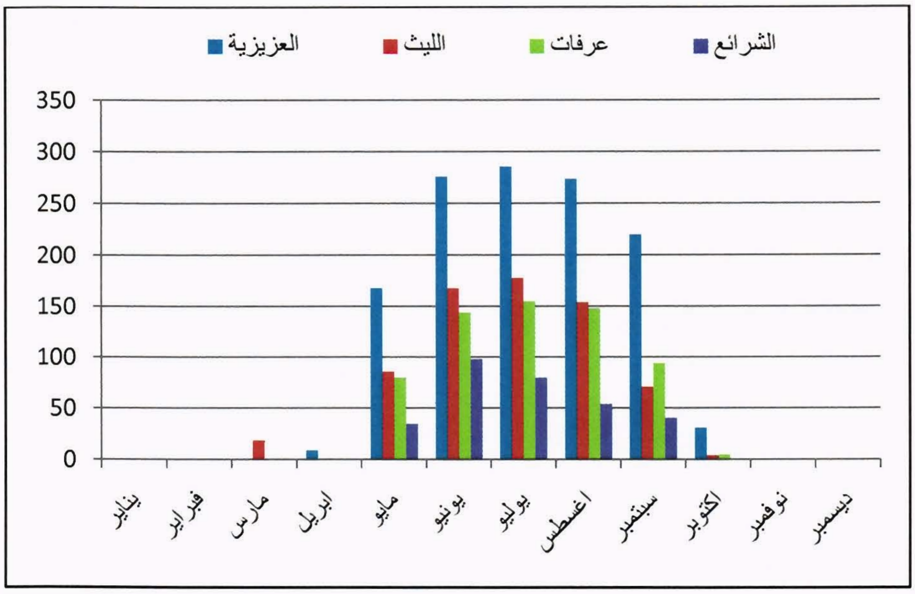



**شكل (٣-٥) عدد أيام متوسط درجة الحرارة الاقل من ٣٥ °م بمحطات الدراسة**

## (٣-١-٥) عدد الأيام التي تراوح بها المتوسطات اليومية لدرجة الحرارة من ٣٥ إلى أقل من ٤٠°م:

بلغت نسبة تكرار المتوسطات اليومية لدرجة الحرارة في مدينة مكة المكرمة نحو ٢٤.٩٧%، واختلفت هذه النسبة وعدد الأيام التي تكرر فيها المتوسط اليومي لدرجة الحرارة من محطة لأخرى، حيث بلغت نسب تكرار المتوسطات اليومية في محطات العزيزية والليث وعرفات والشرائع ٣٥.٦٤ ، ٢٣.٧٧ ، ٣٠.٢٧ ، ١٠.٠٢% على الترتيب.

ومن خلال شكل رقم (٣-٦) يتضح أن هذه المتوسطات لم تسجل في شهور الشتاء وشهر نوفمبر بجميع المحطات، كما لم تسجل في شهري مارس وأبريل في محطتي الشرائع وعرفات، بينما سجلت في شهر مارس في محطة الليث وفي شهر أبريل في محطة العزيزية. وشهدت الشهور الممتدة من مايو إلى سبتمبر تكرار هذه المتوسطات اليومية لجميع المحطات والتي تركزت في شهور الصيف.




**شكل (٣-٦) عدد أيام متوسط درجة الحرارة الاقل من ٤٠°م بمحطات الدراسة**

## (٣-١-٦) عدد الأيام التي تزيد بها المتوسطات اليومية لدرجة الحرارة عن ٤٠°م:

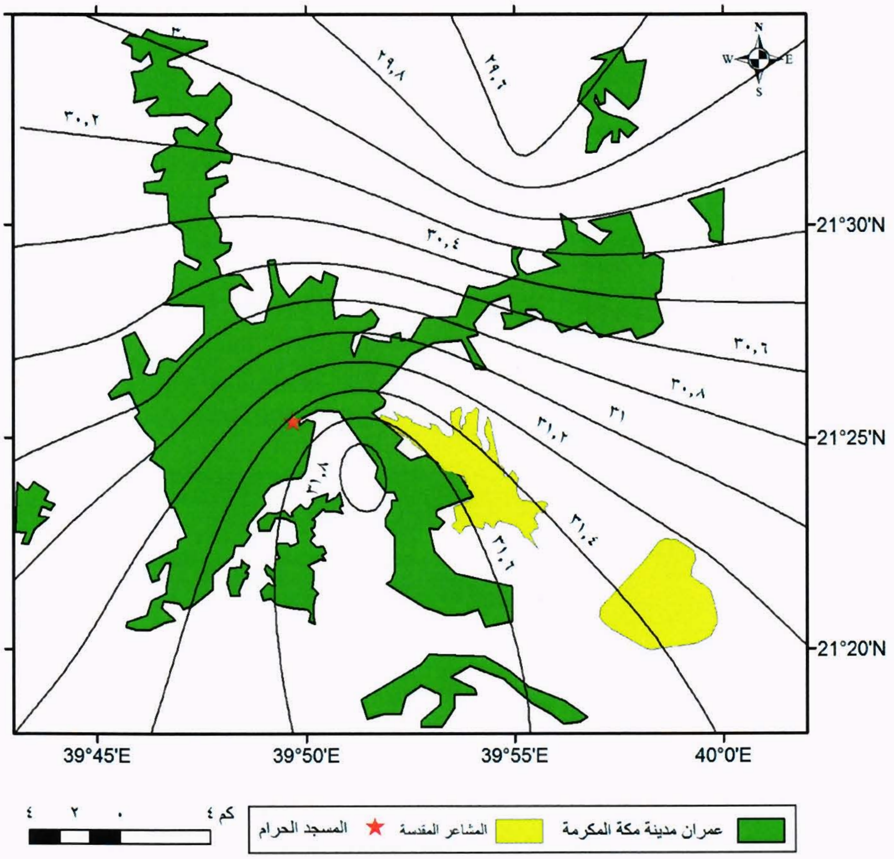
تعد هذه المتوسطات من أدنى المتوسطات المسجلة في جميع المحطات إذ بلغ عدد الأيام المسجل بها متوسطات تزيد عن ٤٠°م بمحطة العزيزية ١٩ يوم وفي عرفات ٤ أيام وفي محطتي الليث والشرائع يوم واحد، كما في جدول رقم (٣-١).

## (٣-٢) المعدلات السنوية لدرجة الحرارة في مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة:

يبلغ المعدل السنوي لدرجة الحرارة في مدينة مكة المكرمة ٣١.٢°م، ويتباين هذا المعدل من منطقة لأخرى ومن حي لآخر بالمدينة حيث أرتفع المعدل في محطة العزيزية عن المعدل السنوي للمدينة فبلغ في العزيزية ٣٢.٧°م، وتعادل في عرفات مع معدل المدينة، وانخفض المعدل في الشرائع بشكل واضح عن المعدل السنوي للمدينة فبلغ مقدار الانخفاض ١.٥٢°م، ونستنتج من ذلك ارتفاع المعدل السنوي لدرجة الحرارة في الأجزاء الوسطى من المدينة وبالأطراف الجنوبية والغربية عن الأجزاء الشمالية بمقدار يزيد عن ٢°م.

ومن خلال شكل رقم (٣-٧) والموضح للتوزيع السنوي لدرجة الحرارة بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة يتضح الاختلاف المكاني لتوزيع درجة الحرارة حيث تركزت أعلى درجات الحرارة السنوية حول محطة العزيزية في أحياء الجامعة والنسيم والهجرة والمنطقة المركزية حول الحرم المكي، وتكونت جزيرة حرارية مركزها حول محطة العزيزية وارتفع بها المعدل السنوي لدرجة الحرارة عن ٣١.٨°م.

وتراوح المعدل السنوي لدرجة الحرارة في منطقة الحرم المكي ومناطق المشاعر المقدسة من ٣١.٢-٣١.٦°م. ومرت خطوط التساوي على النصف الشمالي لمنطقة الدراسة بامتداد عام من الغرب نحو الشرق مما تعكس انخفاض درجات الحرارة بالاتجاه نحو الشمال، إذ ظهر أدنى معدل سنوي لدرجات الحرارة في شمال شرق منطقة الدراسة في أحياء شرائع المجاهدين والشرائع والذي انخفض عن ٣٠°م، هذا وتباينت درجات الحرارة فيما بين أحياء أطراف المدينة فتراوحت في أحياء ولي العهد والملك فهد من ٣١.٢-٣١.٦°م، في حين بلغت في أحياء وادي جليل والتنعيم والبحيرات والسلامة والراشدية والخضراء من ٣٠.٤-٣١.٢°م، وتراوحت في أحياء العمرة والنوارية من ٣٠-٣٠.٤°م، وتراوحت في أحياء الشرائع وشرائع المجاهدين من ٢٩.٥- ٣٠°م.




شكل (٣-٧) التوزيع السنوي لدرجة الحرارة في مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة

## (٣-٣) المعدلات الفصلية والشهرية لدرجة الحرارة في مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة:

تتباين درجات الحرارة الفصلية والشهرية من منطقة لأخرى بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة إلاّ أن الصفة الغالبة هي انخفاض درجة الحرارة بأطراف المدينة عن الأجزاء الوسطى لها ويظهر ذلك بقراءة الأرقام الواردة في جدولي رقم (٣-٢ ، ٣-٣)، ومنهما يتضح لنا العديد من الخصائص العامة لدرجة الحرارة في مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة، هي :

- أتسم فصل الصيف بارتفاع درجة الحرارة بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة عن فصل الشتاء بمقدار ١١.٦°م، إذ بلغ معدل درجة الحرارة في فصل الصيف لمدينة مكة المكرمة ٣٦°م، في حين أن معدل درجة الحرارة في فصل الشتاء بلغ ٢٤.٤°م.
- تقاربت المعدلات الفصلية للإعتدالين بشكل واضح جداً إذ بلغ معدل درجة الحرارة في فصل الربيع والخريف ٣١.٣ ، ٣١.٧°م على الترتيب.

- تميزت الأجزاء الوسطى للمدينة بارتفاع درجات الحرارة عن أطراف المدينة بجميع فصول السنة، إذ بلغ معدل الفصول الأربعة الشتاء والربيع والصيف والخريف بمحطة العزيزية (الممثلة للأجزاء الوسطى للمدينة) ٢٥.١ ، ٣٢.٤ ، ٣٦.٩ ، ٣٢.٩°م على الترتيب، وزاد معدل فصل الشتاء للعزيزية بمقدار ٠.٤°م عن محطة الليث التالية لها في الترتيب، بينما بلغ الفارق بين محطة العزيزة ومحطة عرفات التالية لها في الترتيب في فصول الربيع والصيف والخريف بمقدار ٠.٧ ، ٠.٤ ، ٠.٨°م على الترتيب.

**جدول (٣-٢) المعدلات الفصلية لدرجة الحرارة بمحطات الدراسة**

| المحطة | الشتاء | الربيع | الصيف | الخريف |
|---|---|---|---|---|
| **مكة** | ٢٤.٦ | ٣٠.٧ | ٣٥.٧ | ٣١.٨ |
| **العزيزة** | ٢٥.١ | ٣٢.٤ | ٣٦.٩ | ٣٢.٩ |
| **عرفات** | ٢٤.٦ | ٣١.٧ | ٣٦.٥ | ٣٢.١ |
| **الليث** | ٢٤.٧ | ٣١.٦ | ٣٦.٤ | ٣١.٥ |
| **الشرائع** | ٢٣.٢ | ٣٠.١ | ٣٤.٥ | ٣٠.٤ |
| **معدل المدينة** | ٢٤.٤ | ٣١.٣ | ٣٦ | ٣١.٧ |

المصدر: * إعداد الطالب اعتماداً على بيانات معهد خادم الحرمين الشريفين لأبحاث الحج والعمرة، الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة.

- تُعد الأجزاء الشمالية هي أدنى مناطق المدينة في درجات الحرارة خلال فصول السنة الأربعة، حيث بلغ المعدل الفصلي في محطة الشرائع (الممثلة للأجزاء الشمالية للمدينة) لفصل الشتاء ٢٣.٢°م، والربيع ٣٠.١°م، والصيف ٣٤.٥°م، والخريف ٣٠.٤°م.
- يعتبر شهر يونيو هو أعلى شهور السنة في درجة الحرارة بمدينة مكة المكرمة إذ بلغ معدل الشهر ٣٦.٢°م، وأقترن هذا بفترات تعامد الإشعاع الشمسي على مدينة مكة المكرمة، في حين أن شهر يناير هو أدنى شهور السنة في درجات الحرارة بمدينة مكة المكرمة بمعدل ٢٢.٦°م.

- سجل بمحطة العزيزية أعلى معدلات شهرية لدرجة الحرارة في كافة أحياء مدينة مكة المكرمة بمعدل ٣٧.٢°م خلال شهري مايو ويونيو، بينما سجل أدنى معدل شهري لدرجة الحرارة في محطة الشرائع خلال شهر يناير بمقدار ٢٢.٣°م.

## (٣-٤) توزيع درجة الحرارة خلال شهور السنة بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة :

إن دراسة التوزيع والتباين المكاني للمتوسط الشهري لدرجة الحرارة بمدينة مكة المكرمة والشاعر المقدسة يعد من الأهداف الرئيسية للدراسة، ولتحقيق هذا الهدف تم حساب المتوسطات الشهرية لدرجة الحرارة اعتماداً على البيانات الساعية واليومية كما تظهر في جدول رقم (٣-٣)، ثم حولت البيانات إلى خرائط توضح التوزيع المكاني لدرجة الحرارة بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة، وفيما يلي دراسة التوزيع لكل شهر من شهور السنة:

### (٣-٤-١) توزيع درجة الحرارة خلال شهور الشتاء:

تعد شهور الشتاء هي أدنى شهور السنة في درجة الحرارة وبالرغم من ذلك تكون في مدينة مكة المكرمة جزيرة حرارية واضحة المعالم في الأجزاء الوسطى للمدينة في شهري ديسمبر وفبراير، وامتدت خطوط الحرارة في نفس المسارات العامة لدرجة الحرارة بالمملكة العربية السعودية إلاّ أنه ظهر التباين المكاني الواضح خلال الشهر نفسه ومن شهر لآخر كما يظهر في التحليل التالي:

#### (٣-٤-١-١) التوزيع المكاني لدرجة الحرارة في شهر ديسمبر:

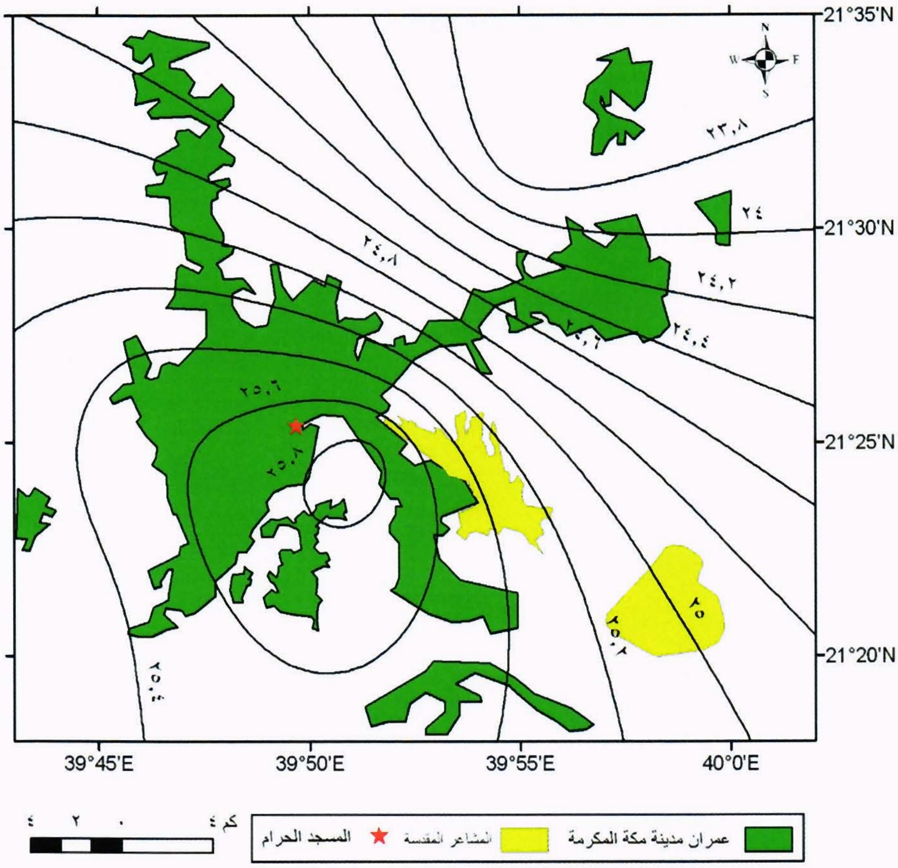
شهر ديسمبر هو البداية الحقيقية لانخفاض درجة الحرارة بمدينة مكة المكرمة، إذ بلغ معدل الانخفاض بالمدينة بالانتقال من نوفمبر إلى ديسمبر ٥.١°م، ويتراوح معدل الانخفاض بين أحياء المدينة من ٢.٨-٣.٢°م، واشتركت محطات العزيزية وعرفات والشرائع في أكبر معدل انخفاض بنحو ٣.٢°م، في حين بلغ معدل الانخفاض أدناه في محطة مكة بمقدار ٢.٨°م.

ويظهر من خلال شكل رقم (٣-٨) التوزيع المكاني لدرجة الحرارة في مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة، وأدنى الخطوط المارة بالمنطقة هو خط ٢٣.٨°م ويقع في أقصى شمال شرق منطقة الدراسة، وأعلى الخطوط هو خط ٢٥.٨°م ويقع في منطقة العزيزية، وخلال هذا الشهر تكونت جزيرة حرارية في المنطقة المركزية للمدينة وأحياء العزيزية وكدي والرصيفة.

**جدول (٣-٣) المعدل الشهري والسنوي لدرجة الحرارة في محطات الدراسة**

| الشهر | مكة | العزيزية | عرفات | الليث | الشرائع |
|---|---|---|---|---|---|
| يناير | ٢٣.٩ | ٢٣.٧ | ٢٤.١ | ٢٣.٩ | ٢٢.٣ |
| فبراير | ٢٤.٥ | ٢٥.٨ | ٢٤.٩ | ٢٥.١ | ٢٣.٧ |
| مارس | ٢٧.٢ | ٢٨.٣ | ٢٧.٧ | ٢٧.١ | ٢٥.٩ |
| ابريل | ٣٠.٨ | ٣١.٨ | ٣١.١ | ٣٠.٨ | ٢٩.٧ |
| مايو | ٣٤.٣ | ٣٧.٢ | ٣٦.٥ | ٣٦.٩ | ٣٤.٨ |
| يونيو | ٣٥.٧ | ٣٧.٢ | ٣٦.٥ | ٣٦.٩ | ٣٤.٨ |
| يوليو | ٣٥.٨ | ٣٧.١ | ٣٦.٣ | ٣٥.٩ | ٣٤.٤ |
| أغسطس | ٣٥.٦ | ٣٦.٦ | ٣٦.٧ | ٣٦.٥ | ٣٤.٣ |
| سبتمبر | ٣٥ | ٣٦.٨ | ٣٦.٧ | ٣٤.٤ | ٣٣.٧ |
| أكتوبر | ٣٢.١ | ٣٣ | ٣١.٦ | ٣١.٩ | ٣٠.٨ |
| نوفمبر | ٢٨.٣ | ٣٩.١ | ٢٨.١ | ٢٨.٣ | ٢٦.٨ |
| ديسمبر | ٢٥.٥ | ٢٥.٩ | ٢٤.٩ | ٢٥.٢ | ٢٣.٦ |
| المعدل السنوي | ٣٠.٧ | ٣٢.٧ | ٣١.٢ | ٣١ | ٢٩.٥ |

المصدر: من حساب الباحث اعتماداً على بيانات معهد خادم الحرمين الشريفين لأبحاث الحج والعمرة والرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة




**شكل (٣-٨) توزيع درجة الحرارة في مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة بشهر ديسمبر**

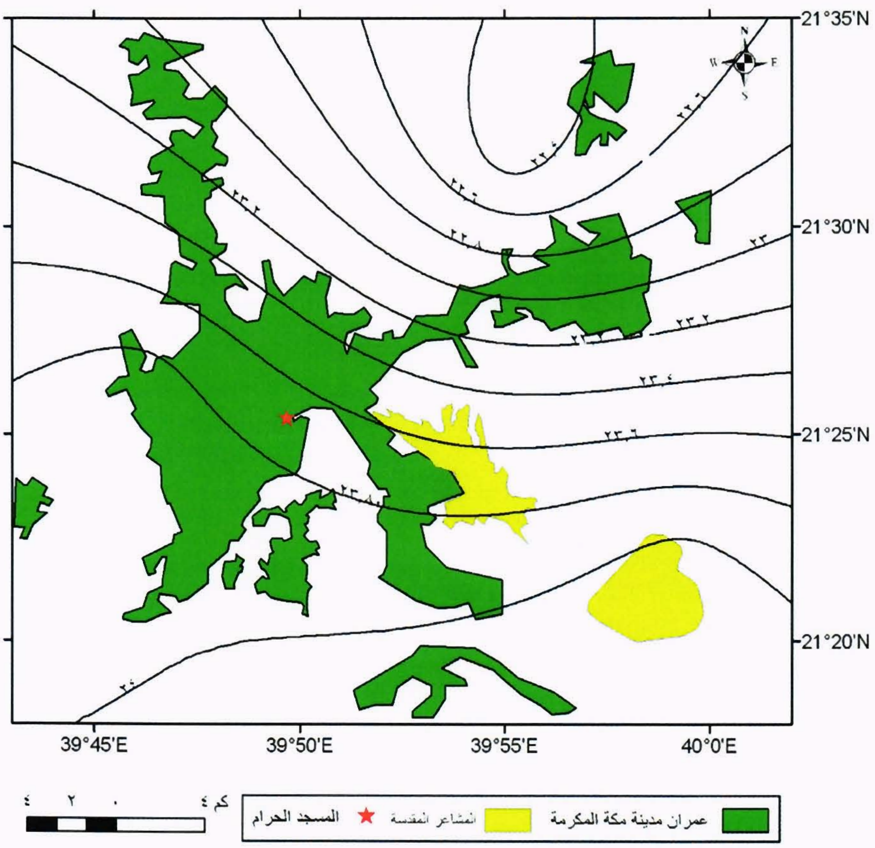
ويمر في المدينة بهذا الشهر ١١ خط تساوي للحرارة تحدد التوزيع المكاني والذي يتضح من خلاله أن أدنى المناطق في درجة الحرارة هي الأجزاء الشمالية الشرقية (سجل بالشرائع أدنى معدل بمقدار ٢٣.٦°م) وأعلاها العزيزية والذي سجل بها معدل شهري ٢٥.٩°م، وتراوحت درجة الحرارة في منطقة الحرم المكي من ٢٥.٦-٢٥.٨°م، بينما تراوحت درجة الحرارة من ٢٤.٨-٢٥.٦°م بمنطقة المشاعر المقدسة.

## (٣-٤-١-٢) التوزيع المكاني لدرجة الحرارة في شهر يناير:

شهر يناير هو أدنى شهور السنة في درجة الحرارة بالمدينة بمعدل ٢٣.٦°م، ويدل على هذا الانخفاض تقلص عدد خطوط التساوي في المدينة والتي بلغت ٩ خطوط تساوي بدأت بخط

٢٢.٤°م، في حين كان هذا الخط ٢٣.٨°م في شهر ديسمبر وانتهت بخط ٢٤°م والممتد في أقصى جنوب منطقة الدراسة.

وبتحليل الأرقام الواردة في جدول رقم (٣-٣) وشكل رقم (٣-٩) يتضح أن خطوط التساوي تمر باتجاه عام من الغرب نحو الشرق، واختفت الجزيرة الحرارية بهذا الشهر، بل أن السائد هو توزيع حراري عرضي يرتبط بدوائر العرض المختلفة، وأدنى مناطق درجة الحرارة في المدينة هي منطقة الشرائع بمعدل ٢٢.٣°م، وأعلاها منطقة عرفات بمعدل ٢٤.١°م وامتد فيما بين النطاقين تزايد لدرجة الحرارة من الجنوب نحو الشمال، وتراوحت درجة الحرارة في منطقة الحرم المكي من ٢٣.٦-٢٣.٨°م.

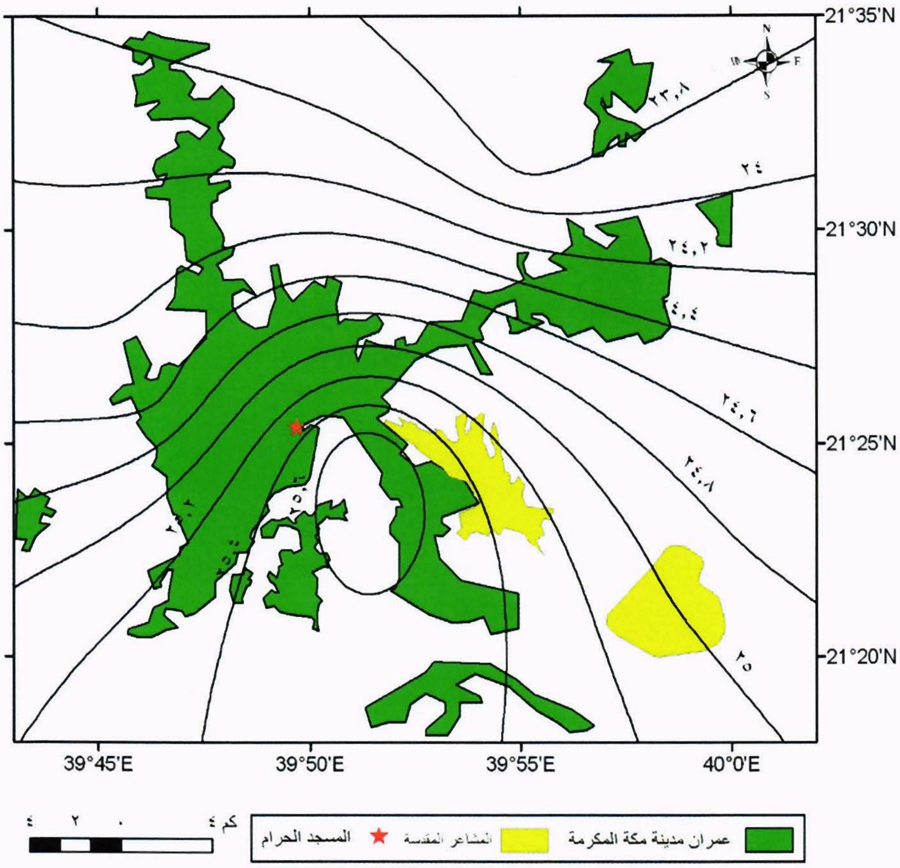



**شكل (٣-٩) توزيع درجة الحرارة في مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة بشهر يناير**

### (٣-٤-١-٣) التوزيع المكاني لدرجة الحرارة في شهر فبراير:

يتسم شهر فبراير بارتفاع درجة الحرارة عن شهر يناير، لذا مر ١٠ خطوط تساوي بهذا الشهر على منطقة الدراسة، وبدأت بخط ٢٣.٨°م في أقصى شمال شرق منطقة الدراسة، وانتهت بخط ٢٥.٦°م، وسجل أعلى معدل لدرجة الحرارة في محطة العزيزية بمقدار ٢٥.٨°م، وأدنى معدل في محطة الشرائع بمقدار ٢٣.٧°م.

وتكون خلال هذا الشهر جزيرة حرارية تزيد درجة الحرارة بداخلها عن ٢٥.٦°م في العزيزية، هذا وتراوح معدل درجة الحرارة في منطقة الحرم المكي من ٢٥.٢-٢٥.٤°م، وفي مناطق المشاعر المقدسة من ٢٤.٨-٢٥.٤°م، شكل (٣-١٠).




شكل (٣-١٠) توزيع درجة الحرارة في مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة بشهر فبراير

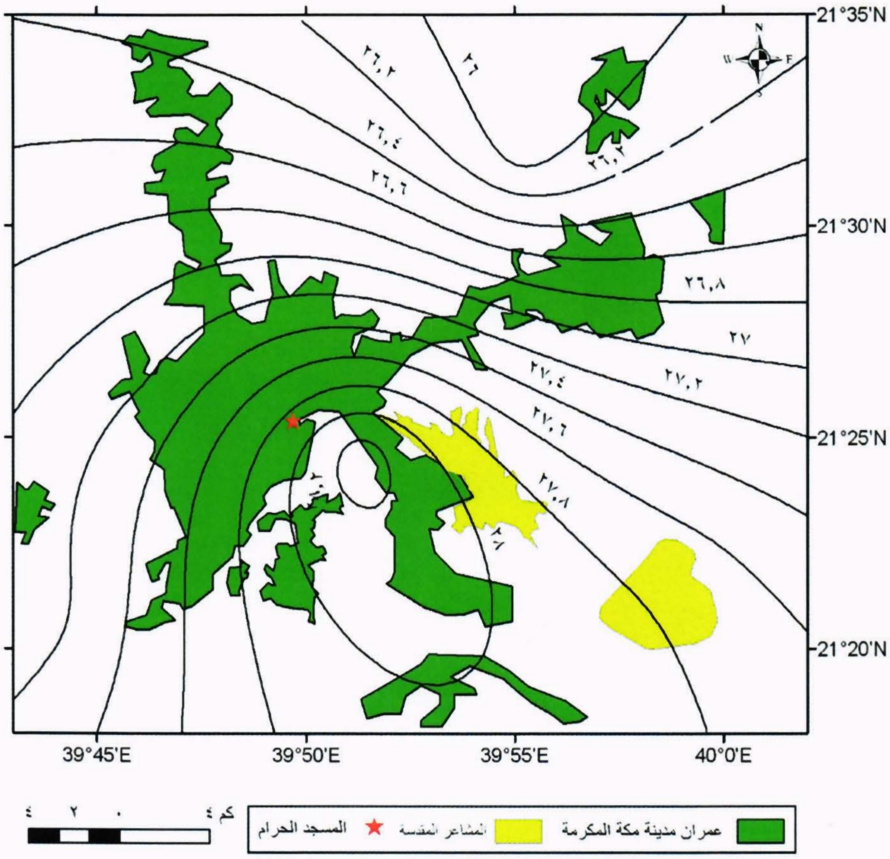
**(٣-٤-٢) توزيع درجة الحرارة خلال شهور الربيع :**

مع بداية الربيع ترتفع درجة الحرارة في جميع أجزاء المدينة ويتضح من الجدول رقم (٣-٢) معدل تزايد درجة الحرارة من فبراير إلى مارس بالمدينة بمقدار ٢.٤°م، وتباين هذا المعدل من منطقة لأخرى فبلغ في الشرائع ٢.٢°م، وفي العزيزية ٢.٥°م، وفي عرفات ٢.٨°م، وفي محطة الليث ٢°م، وفي محطة مكة ٢.٧°م، وبالوصول إلى نهاية فصل الربيع تزايدت درجة الحرارة بصورة واضحة خاصة في المحطات الجنوبية (العزيزية – عرفات – الليث) وبقراءة الأشكال (٣-١١ ، ٣-١٢ ، ٣-١٣) يتضح تكون جزيرة حرارية في شهري مارس وأبريل واختفائها في شهر مايو.

**(٣-٤-٢-١) التوزيع المكاني لدرجة الحرارة في شهر مارس:**

بتتبع توزيع درجة الحرارة في مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة شكل (٣-١١)، يتضح أن منطقة الدراسة خلال شهر مارس مر عليها ١٢ خط تساوي لدرجة الحرارة، وارتبطت هذه الخطوط بأدنى معدل في المنطقة والمسجل في محطة الشرائع بمقدار ٢٥.٩°م، وأعلى معدل بالشهر سجل في العزيزية بمقدار ٢٨.٣°م.

إذ تكون على حي العزيزية والأجزاء الغربية لمنى ومزدلفة والأحياء المحيطة بالحرم المكي وأحياء بطحاء قريش والعوالي جزيرة حرارية تزيد معدل درجة الحرارة بها عن ٢٨°م. وتركز قلب الجزيرة حول محطة العزيزية وانخفضت درجة الحرارة كلما اتجهنا نحو الشمال، هذا ويتراوح معدل درجة الحرارة حول منطقة الحرم المكي من ٢٧.٨-٢٨°م، وفي منطقة المشاعر المقدسة من ٢٧.٦-٢٨°م.

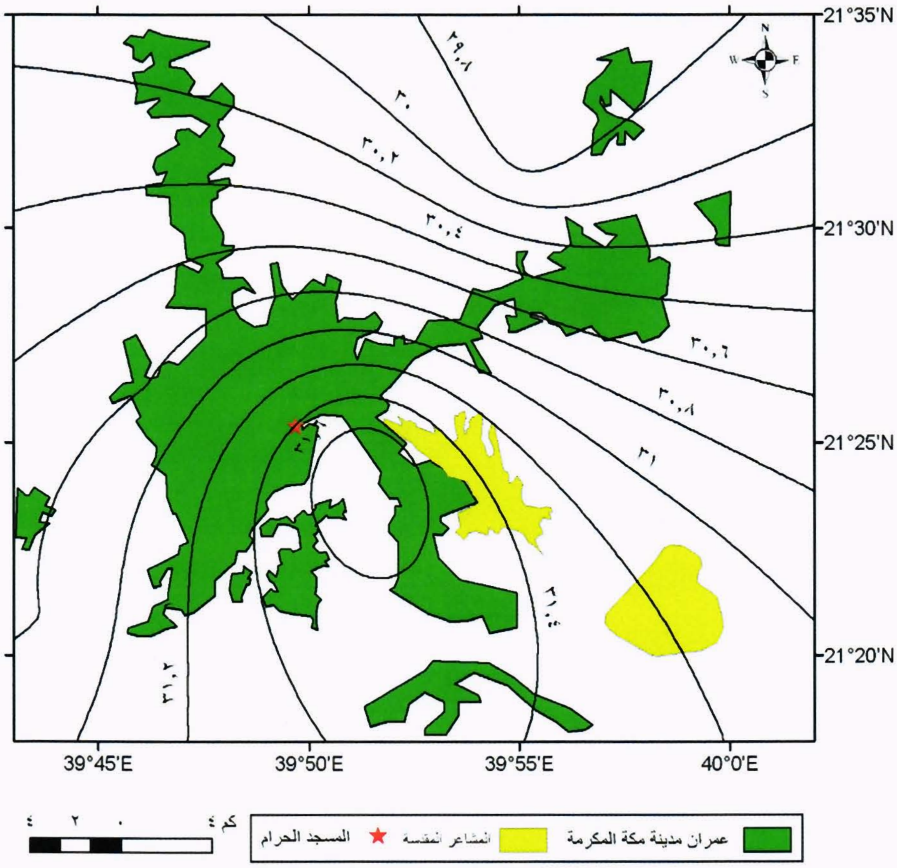



**شكل (٣-١١) توزيع درجة الحرارة في مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة بشهر مارس**

### (٣-٤-٢-٢) التوزيع المكاني لدرجة الحرارة في شهر ابريل:

يظهر من الشكل (٣-١٢) الارتفاع الملحوظ في درجة الحرارة في مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة، ويمر بالمنطقة ١٠ خطوط تساوي أدناها خط ٢٩.٨°م والذي مر في شمال شرق المنطقة، وأعلاها خط ٣١.٦°م ويمر حول محطة العزيزية مكوناً جزيرة حرارية بهذا الخط.

وسجلت محطة الشرائع أدنى معدل شهري بمقدار ٢٩.٧°م بينما سجلت محطة العزيزية أعلى معدل شهري بمقدار ٣١.٨°م، وتنخفض درجة الحرارة لهذا الشهر بالاتجاه من الجنوب نحو الشمال، وتكونت فوق أحياء العزيزية وبطحاء قريش والعوالي جزيرة حرارية تزيد درجة الحرارة بها عن ٣١.٦°م، وتراوحت درجة الحرارة حول منطقة الحرم المكي ومناطق المشاعر المقدسة من ٣١-٣١.٦°م.



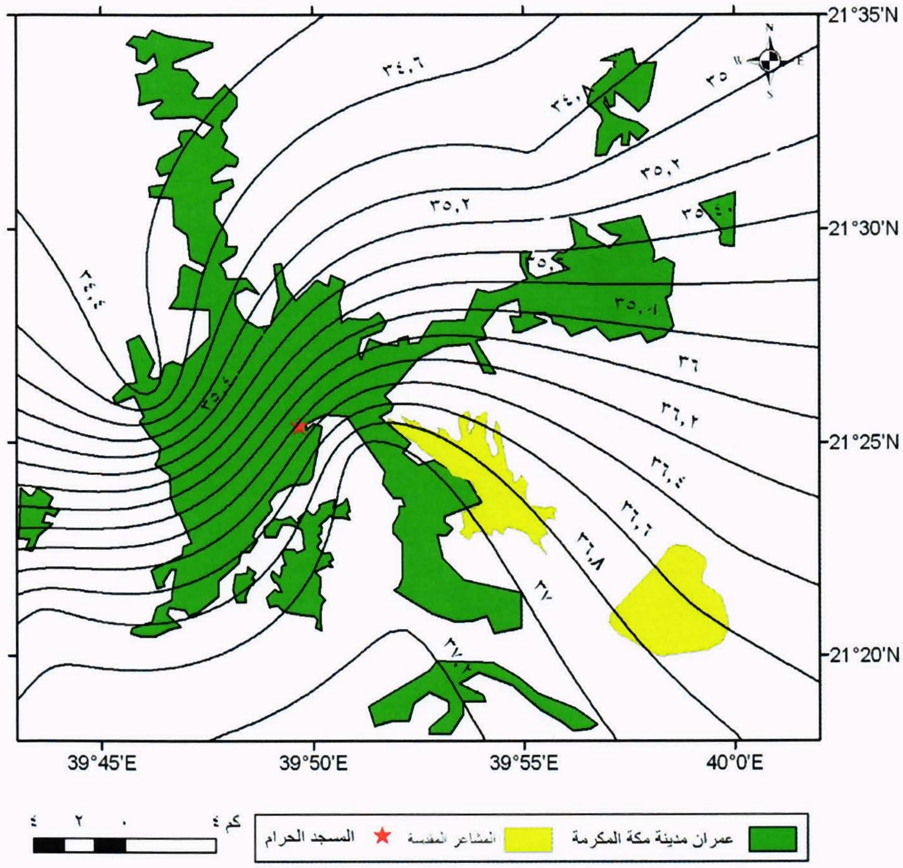

**شكل (٣-١٢) توزيع درجة الحرارة في مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة بشهر إبريل**

### (٣-٤-٢-٣) التوزيع المكاني لدرجة الحرارة في شهر مايو:

على الرغم من أن شهر مايو فلكياً هو أحد شهور الربيع إلاّ أنه حرارياً ينتمي إلى شهور الصيف أكثر من الربيع لارتفاع درجة الحرارة بهذا الشهر لدرجات تتقارب مع درجات شهور الصيف في العديد من أحياء مكة المكرمة والمشاعر المقدسة، وتنكشف هذه الحقيقة من مقارنة درجة الحرارة إذ بلغ الفارق بين معدل درجة الحرارة للشهرين ٢٠.٣°م، وفي محطات العزيزية وعرفات والشرائع سجل للشهرين نفس المعدل بكل محطة.، وفي محطة مكة بلغ معدل مايو ٣٤.٧°م ويونيو ٣٥.٧°م بفارق ١°م.

ومن خلال شكل رقم (٣-١٣) يتضح التقارب الواضح والشديد في خطوط التساوي المارة على منطقة الدراسة، والتي عكست اختلاف نسبي في توزيع درجة الحرارة خاصة في أدنى المعدلات والتي تركزت على شمال غرب منطقة الدراسة مخالفة بذلك الشهور السابقة.

وسجل في محطة العزيزية أعلى معدل شهري بمقدار ٣٧.٢°م، وأدنى معدل في محطة مكة بمعدل ٣٤.٣°م، وتراوحت درجة الحرارة حول منطقة الحرم المكي من ٣٦-٣٦.٤°م، في حين تراوحت درجة الحرارة في منطقة المشاعر المقدسة من ٣٦.٤-٣٧°م.




**شكل (٣-١٣) توزيع درجة الحرارة في مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة بشهر مايو**

## (٣-٤-٣) توزيع درجة الحرارة خلال شهور الصيف:

تشهد شهور الصيف زيادة واضحة في درجة الحرارة خاصة في الأجزاء الوسطى والجنوبية لمنطقة الدراسة، ومن خلال أشكال (٣-١٤ ، ٣-١٥ ، ٣-١٦) يتضح أن شهور الصيف تتشابه في التوزيع المكاني لدرجة الحرارة مع وجود تباينات بسيطة، وهي:

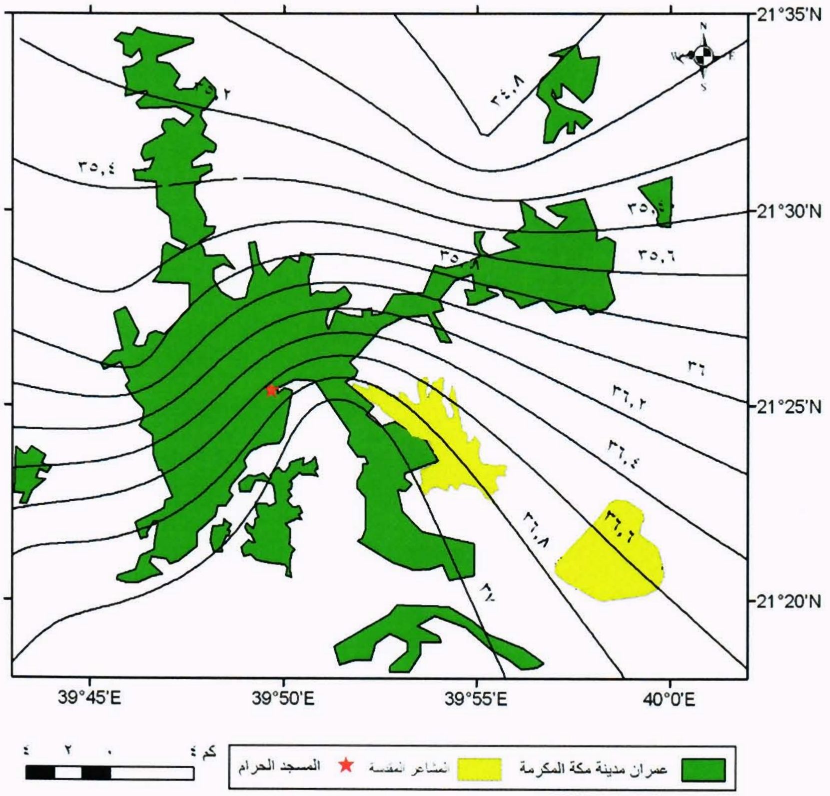
- ظهور خط ٣٤.٨°م في شهر يونيو كأدنى خط تساوي بهذا الشهر والذي اتخذ نفس مسار خط تساوي ٣٤.٤°م في شهري يوليو وأغسطس (أدنى خط تساوي في الشهرين) مما يشير إلى ارتفاع درجة حرارة يونيو عن يوليو وأغسطس.

- تكون جزيرة حرارية فوق حي العزيزية يحددها خط تساوي ٣٦.٨°م.
- ظهور خط ٣٧°م في شهري يونيو ويوليو وهو أعلى خط تساوي في الشهرين.

### (٣-٤-٣-١) التوزيع المكاني لدرجة الحرارة في شهر يونيو:

من خلال الجدول رقم (٣-٣) يتضح أن العزيزية سجل بها أعلى معدل لدرجة الحرارة بمقدار ٣٧.٢°م، في حين سجلت الشرائع أدنى معدل لدرجة الحرارة بمقدار ٣٤.٨°م، مر على المدينة ١٢ خط تساوي لدرجة الحرارة وأمتد معظمها من الغرب نحو الشرق كما في شكل (٣-١٤).

وتميزت الأجزاء الشمالية بأنها أدنى المناطق في درجة الحرارة خاصة الشمالية الشرقية والتي حددها خط ٣٥°م، وتراوحت درجة الحرارة حول منطقة الحرم المكي من ٣٦.٦-٣٦.٨°م، وفي منطقة المشاعر المقدسة من ٣٦.٤-٣٧°م.

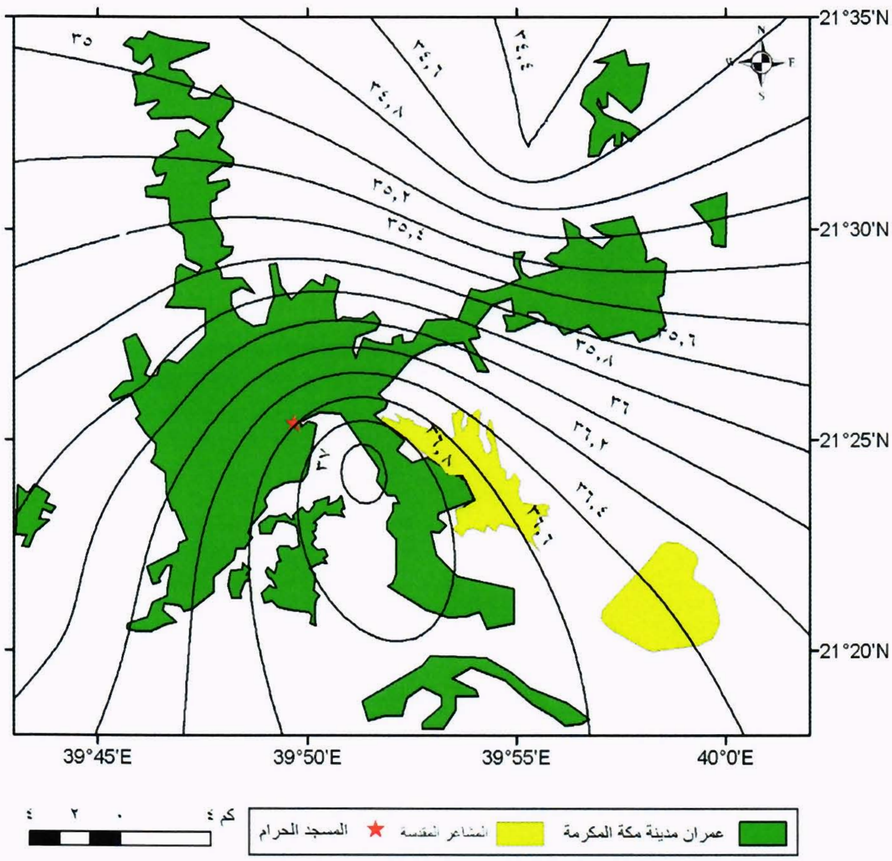



**شكل (٣-١٤) توزيع درجة الحرارة في مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة بشهر يونيو**

(٣-٤-٣-٢) التوزيع المكاني لدرجة الحرارة في شهر يوليو:

اتسمت الصورة التوزيعية لدرجة الحرارة بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة بنفس شكلها في شهر يونيو حيث سجلت محطة العزيزية أعلى معدل لدرجة الحرارة بمقدار ٣٧°م، وسجلت الشرائع أدنى معدل بمقدار ٣٤.٤°م.

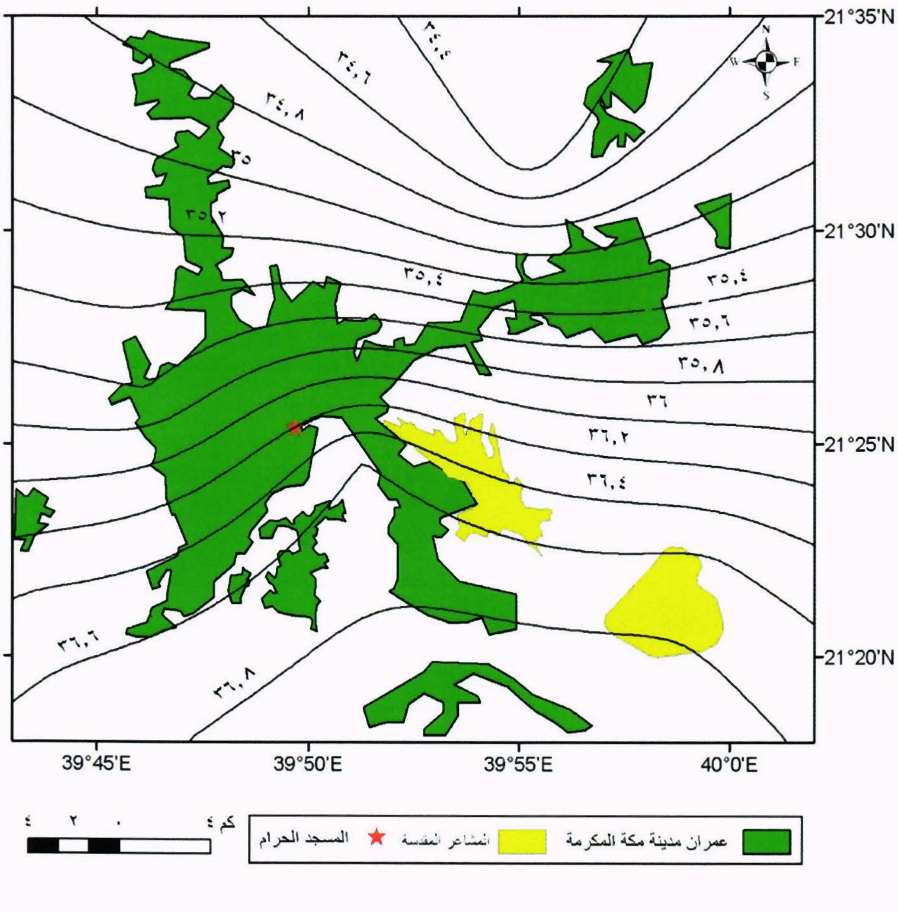
وتميز هذا الشهر بوجود جزيرة حرارية على أحياء العزيزية وبطحاء قريش وامتد مركز الجزيرة حول محطة العزيزية، وتراوحت درجة الحرارة حول منطقة الحرم المكي والمشاعر المقدسة من ٣٦.٤-٣٦.٨°م.




شكل (٣-١٥) توزيع درجة الحرارة في مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة بشهر يوليو

### (٣-٤-٣-٣) التوزيع المكاني لدرجة الحرارة في شهر أغسطس:

خلال شهر أغسطس بلغ معدل درجة الحرارة في منطقة الدراسة ٣٥.٩°م، وسجلت عرفات أعلى معدل لدرجة الحرارة بمقدار ٣٦.٧°م، وظلت الشرائع مسجلة لأدنى معدل لدرجة الحرارة بمقدار ٣٤.٣°م، وانعكس هذا على توزيع درجة الحرارة بمنطقة الدراسة والتي تميزت بارتفاعها بالاتجاه من الجنوب نحو الشمال ليظهر أدنى نطاق لدرجة الحرارة في شمال شرق المنطقة وأعلى نطاق لدرجة الحرارة في جنوب شرق المنطقة، وتراوحت درجة الحرارة في منطقة الحرم المكي من ٣٦-٣٦.٤°م، وفي منطقة المشاعر المقدسة زادت درجة الحرارة عن ٣٦.٢°م، ولم تظهر جزيرة حرارية بهذا الشهر نظراً لتقارب درجات الحرارة في الأجزاء الوسطى والجنوبية للمدينة فالفرق بينهما يبلغ ٠.٦°م شكل (٣-١٦).




**شكل (٣-١٦) توزيع درجة الحرارة في مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة بشهر أغسطس**

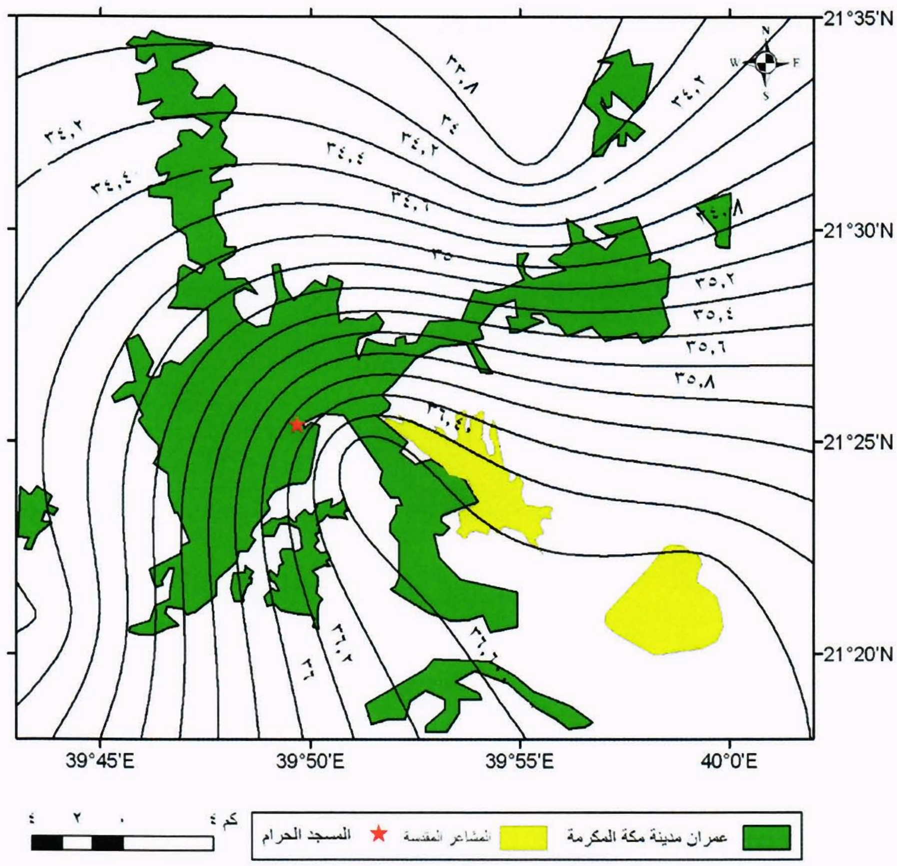
### (٣-٤-٤) توزيع درجة الحرارة خلال شهور الخريف:

شهور الخريف هي شهور انتقالية بين الصيف المتميز بارتفاع درجة الحرارة والشتاء المنخفض في درجة حرارته بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة، ومن خلال الجدول رقم (٣-٣) يظهر أن معدل درجة الحرارة بشهور سبتمبر وأكتوبر ونوفمبر بلغت ٣٥.٩ ، ٣١.٨ ، ٢٨.١°م على الترتيب بمنطقة الدراسة، ويظهر من هذا أن معدل الانخفاض ظهر جلياً وواضحاً بالانتقال من سبتمبر إلى أكتوبر بمعدل ٤.١°م، في حين بلغ معدل الانخفاض بالانتقال من أكتوبر إلى نوفمبر ٣.٧°م، وفيما يلي دراسة توزيع درجة الحرارة في شهور الخريف الثلاث.

### (٣-٤-٤-١) التوزيع المكاني لدرجة الحرارة في شهر سبتمبر:

خلال شهر سبتمبر عادت العزيزية لما كانت عليه بتسجيلها لأعلى معدل لدرجة الحرارة بمقدار ٣٦.٨°م، وجاء بعدها محطة عرفات بمقدار ٣٦.٧°م، بينما سجلت الشرائع أدنى معدل بمقدار ٣٣.٧°م. كما يظهر في جدول (٣-٣) . وارتبط بذلك شكل خطوط التساوي المارة بمنطقة الدراسة خلال هذا الشهر. إذ مر خط تساوي ٣٦.٦°م (أعلى خط تساوي في شكل حرف U المقلوب نحو الجنوب الشرقي ليضم بداخله أحياء النسيم والهجرة والعوالي ومنطقة عرفات.

وتراوحت درجة الحرارة حول منطقة الحرم المكي من ٣٦-٣٦.٢°م، وتراوحت في منطقتي منى ومزدلفة من ٣٦.٢-٣٦.٦°م، وتنخفض درجة الحرارة كلما اتجهنا من الجنوب نحو الشمال بالمنطقة ليظهر أدنى نطاق في شمال المنطقة محدداً بخط تساوي ٣٤°م

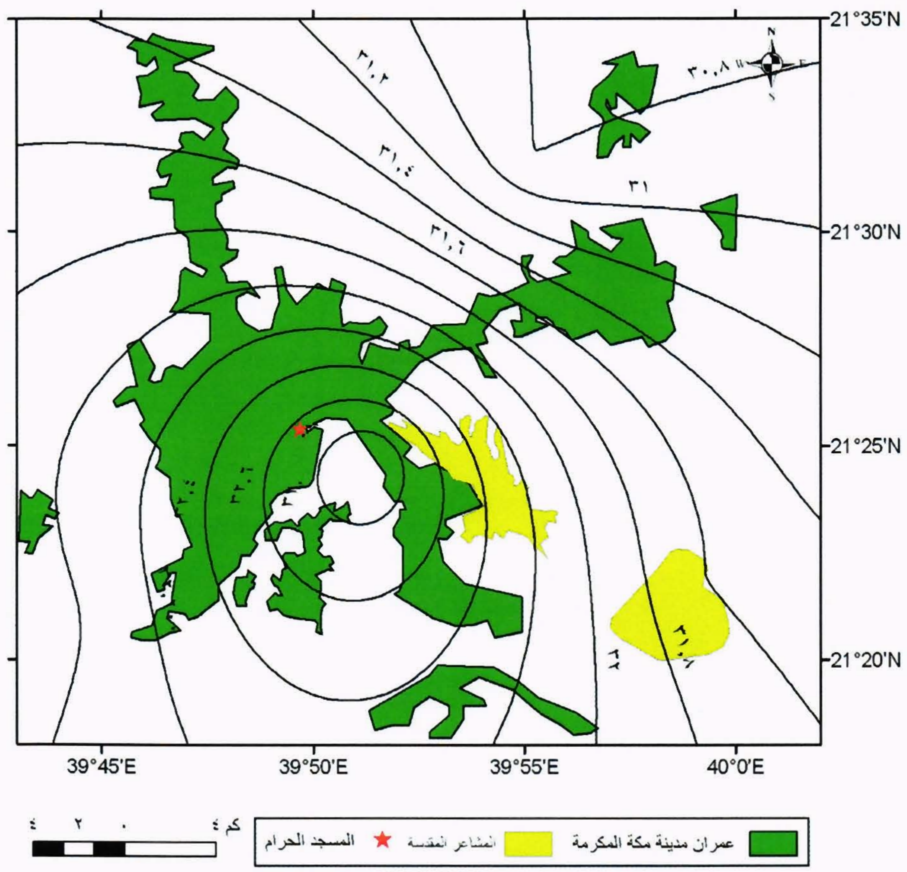



**شكل (٣-١٧) توزيع درجة الحرارة في مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة بشهر سبتمبر**

## (٣-٤-٤-٢) التوزيع المكاني لدرجة الحرارة في شهر أكتوبر:

من خلال شكل (٣-١٨) يتضح أن شهر أكتوبر تكوّن به أكبر جزيرة حرارية على الإطلاق خلال شهور السنة والتي امتدت لتضم بداخلها منطقة منى وحي العزيزية والمنطقة المركزية حول الحرم حتى الخط الدائري الثاني وأحياء العزيزية والعوالي كنتيجة لتسجيل أعلى معدل لهذا الشهر بحي العزيزية بمقدار ٣٣°م وانخفاضها بباقي الأحياء عن ٣٢.١°م والمسجلة بمحطة مكة المكرمة.

وتنخفض درجة الحرارة كلما اتجهنا نحو الشمال الشرقي لتسجيل أدنى انخفاض لها في محطة الشرائع بمعدل ٣٠.٨°م.

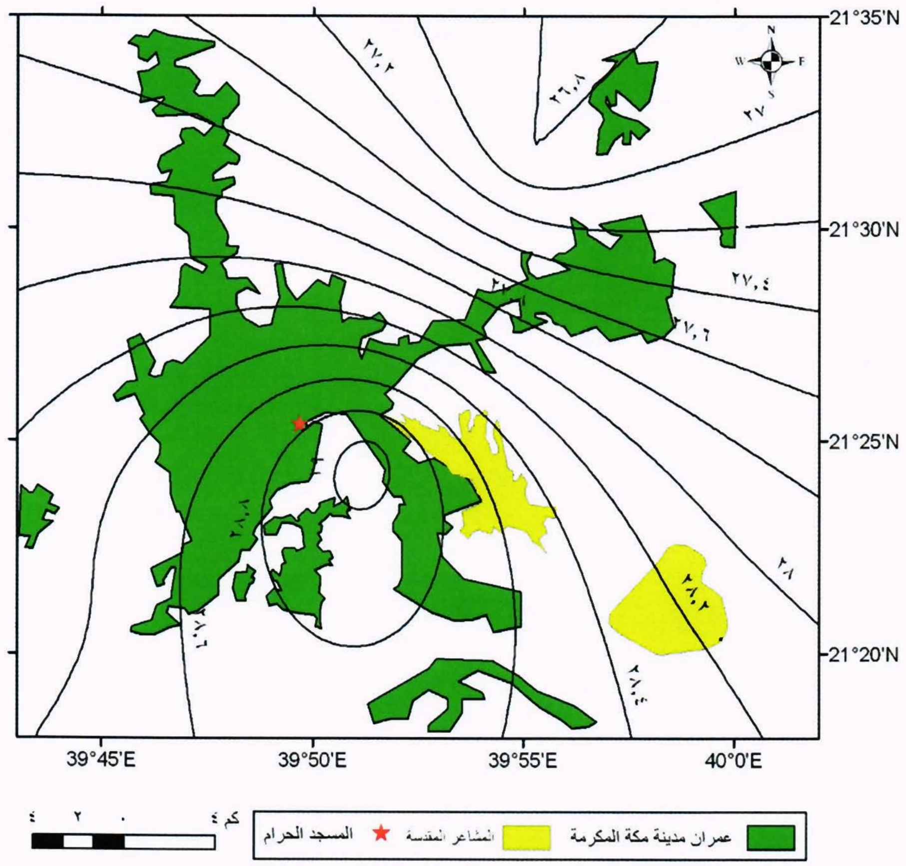



**شكل (٣-١٨) توزيع درجة الحرارة في مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة بشهر أكتوبر**

## (٣-٤-٤-٣) التوزيع المكاني لدرجة الحرارة في شهر نوفمبر:

بلغ معدل درجة الحرارة بمنطقة الدراسة بشهر نوفمبر ٢٨.١°م، وتباين هذا المعدل من منطقة إلى أخرى حيث سجلت محطة العزيزية أعلى معدل بمقدار ٢٩.١°م، في حين سجلت محطة الشرائع أدنى معدل بمقدار ٢٦.٨°م، ومن خلال شكل رقم (٣-١٩) يتضح تقلص مساحة الجزيرة الحرارية المتكونة بشهر نوفمبر لتضم أحياء النسيم والهجرة وبطحاء قريش.

هذا وتراوحت درجة الحرارة حول الحرم المكي من ٢٨.٦-٢٨.٨°م، وفي منطقة المشاعر المقدسة تراوحت درجة الحرارة من ٢٨-٢٨.٨°م.




**شكل (٣-١٩) توزيع درجة الحرارة في مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة بشهر نوفمبر**

# الفصل الرابع

## درجات الحرارة العظمى والصغرى والتطرفات الحرارية بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة

(٤-١) درجات الحرارة العظمى بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة

(٤-١-١) توزيع درجة الحرارة العظمى خلال شهر يناير بمدينة مكة والمشاعر المقدسة

(٤-١-٢) توزيع درجة الحرارة العظمى خلال شهر يوليو بمدينة مكة والمشاعر المقدسة

(٤-١-٣) توزيع المعدل السنوي لدرجة الحرارة العظمى بمدينة مكة والمشاعر المقدسة

(٤-٢) درجات الحرارة الصغرى بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة

(٤-٢-١) توزيع درجة الحرارة الصغرى خلال شهر يناير بمدينة مكة والمشاعر المقدسة

(٤-٢-٢) توزيع درجة الحرارة الصغرى خلال شهر يوليو بمدينة مكة والمشاعر المقدسة

(٤-٢-٣) توزيع المعدل السنوي لدرجات الحرارة الصغرى بمدينة مكة والمشاعر المقدسة.

(٤-٣) المدى الحراري بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة.

(٤-٣-١) خصائص المدى الشهري لدرجة الحرارة بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة.

(٤-٣-٢) توزيع المدى الحراري السنوي لدرجة الحرارة بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة .

(٤-٤) التطرفات الحرارية بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة.

(٤-٤-١) أقصى درجة حرارة سجلت بالمحطات خلال فترة الدراسة .

(٤-٤-٢) أدنى درجة حرارة سجلت بالمحطات خلال فترة الدراسة.

## درجات الحرارة العظمى والصغرى والتطرفات الحرارية بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة

### مقدمة:

يتناول الفصل دراسة درجات الحرارة العظمى والصغرى في مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة، ومن خلالها سنحصل على المدى الحراري خلال شهور السنة مع دراسة تفصيلية للتوزيع المكاني للحرارة العظمى والصغرى والمدى خلال شهري يناير ويوليو والمتوسط السنوي، إضافة إلى دراسة التطرفات الحرارية العظمى والصغرى في مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة.

### (٤-١) درجات الحرارة العظمى بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة:

درجة الحرارة العظمى هي أعلى درجة حرارة تسجل في اليوم (٢٤ ساعة) ويحدث ذلك فيما بين الساعة ١٤-١٦، حيث أنه في هذه الفترة من الزمن يحدث التعادل بين الأشعة الشمسية الواردة والأشعة الأرضية الصادرة (علي موسى،١٩٨٦،ص١٠٣). وبمراجعة سجلات الأرصاد الجوية يتضح أن مكة في مقدمة المحطات التي تسجل أعلى درجات حرارة يومية، فمكة هي الأولى من حيث معدلات الحرارة العظمى بين جميع محطات شبكة الأرصاد التي تتوفر فيها قراءات لفترة مناسبة (بدرالدين يوسف أحمد،١٩٩٢،ص٢٢).

ومن خلال جدول رقم (٤-١) وشكل رقم (٤-١) والموضحان للمعدلات الشهرية والسنوية لدرجة الحرارة العظمى بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة نتبين أن المعدل السنوي لدرجة الحرارة العظمى لمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة بلغ ٣٧.٢°م، وتميزت أشهر الصيف وشهري أغسطس وسبتمبر من الخريف بارتفاع معدل درجة الحرارة العظمى لكل منهما عن معدل المدينة، حيث سجلت أشهر مايو ويونيو ويوليو وأغسطس وسبتمبر معدلات ٤٠.٣ ، ٤٢.٩ ، ٤٢.٢ ، ٤١.٦ ، ٤١.٦°م على الترتيب .

بينما سجل شهر يونيو أعلى معدل لدرجة الحرارة العظمى من بين شهور السنة بمقدار ٤٢.٩°م، في حين سجل شهر يناير أدنى معدل لدرجة الحرارة العظمى بمقدار ٢٩.٦°م، وتميزت أشهر الشتاء والربيع بانخفاض معدلها عن المعدل العام للمدينة.

جدول (٤-١) المعدل الشهري والسنوي لدرجة الحرارة العظمى

| الشهر | مكة | العزيزية | عرفات | الليث | الشرائع | معدل المدينة |
|---|---|---|---|---|---|---|
| يناير | ٣٠.٢ | ٢٩.٦ | ٣١.٣ | ٢٩.٥ | ٢٧.٦ | ٢٩.٦ |
| فبراير | ٣١.٤ | ٣١.٨ | ٣٢.١ | ٣١.٤ | ٢٩.٨ | ٣١.٣ |
| مارس | ٣٤.٦ | ٣٤.٩ | ٣٤.٦ | ٣٤.٢ | ٣٢.٥ | ٣٤.١ |
| ابريل | ٣٨.٥ | ٣٨.٢ | ٣٨.٤ | ٣٧.٨ | ٣٥.٩ | ٣٧.٦ |
| مايو | ٤١.٩ | ٤١.٧ | ٤١.٨ | ٤١.٣ | ٣٥ | ٤٠.٣ |
| يونيو | ٤٣.٧ | ٤٣.٣ | ٤٣.٨ | ٤٢.٦ | ٤١.٤ | ٤٢.٩ |
| يوليو | ٤٢.٨ | ٤٢.٣ | ٤٢.٩ | ٤٢.١ | ٤١.٣ | ٤٢.٢ |
| أغسطس | ٤٢.٧ | ٤٢.١ | ٤٢.٤ | ٤١.٦ | ٣٩.٣ | ٤١.٦ |
| سبتمبر | ٤٢.٨ | ٤٢.١ | ٤١.٨ | ٤١.٦ | ٤٠.١ | ٤١.٦ |
| أكتوبر | ٣٩.٩ | ٤٠.٨ | ٣٩.١ | ٣٩ | ٣٧.٢ | ٣٩.٢ |
| نوفمبر | ٣٥ | ٣٤.٦ | ٣٥.٨ | ٣٤.٦ | ٣٢.٣ | ٣٤.٤ |
| ديسمبر | ٣١.٨ | ٣١.٢ | ٣١.١ | ٣١.١ | ٢٨.٧ | ٣٠.٧ |
| المعدل السنوي | ٣٧.٩ | ٣٨.٤ | ٣٧.٩ | ٣٧.٢ | ٣٥ | ٣٧.٢ |

المصدر: إعداد الطالب اعتماداً على البيانات الساعية لمحطات معهد خادم الحرمين الشريفين لأبحاث الحج والعمرة والرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة

سُجل بمحطة العزيزية أعلى معدل سنوي لدرجة الحرارة العظمى بمقدار ٣٨.٤°م، وجاء بعدها محطتي عرفات ومكة بتسجيل أعلى معدلات لدرجة الحرارة العظمى بمعدل سنوي ٣٧.٩°م، وتميزت الشرائع بتسجيل أدنى معدل لدرجة الحرارة العظمى (٣٥°م).

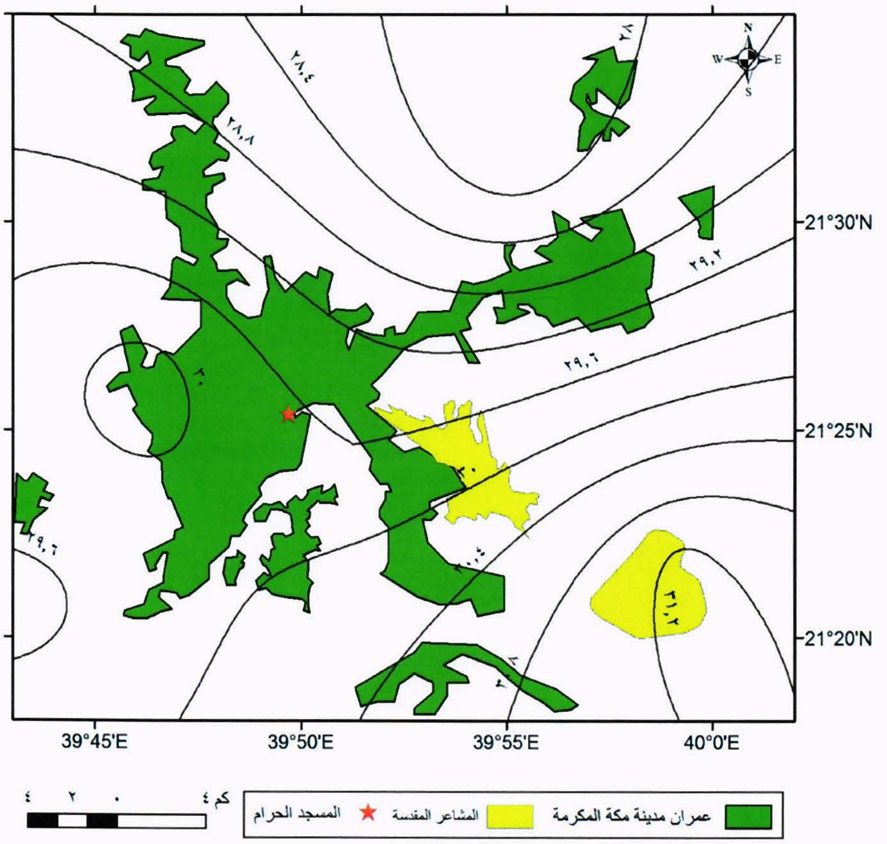
اختلفت المعدلات الشهرية لدرجة الحرارة العظمى من محطة لأخرى في الشهر الواحد ومن شهر لآخر في المحطة ذاتها، إلاّ أن أعلى معدل شهري سُجل خلال شهر يونيو بمحطة عرفات (٤٣.٨°م) وجاء بعده في نفس الشهر محطة مكة بمعدل ٤٣.٧°م، ثم محطة العزيزية بمعدل ٤٣.٣°م، وسُجل أدنى معدل شهري في محطة الشرائع بشهر يناير بمعدل ٢٧.٦°م، وسُجل بمحطة عرفات أعلى معدل لشهر يناير بمعدل ٣١.٣°م.

وفيما يلي دراسة التوزيع المكاني لدرجات الحرارة العظمى بشهري يناير ويوليو والمعدل السنوي:

### (٤-١-١) توزيع درجة الحرارة العظمى خلال شهر يناير بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة

من خلال شكل رقم (٤-١) الموضح لتوزيع درجة الحرارة العظمى خلال شهر يناير بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة نتبين أن المدينة يمر عليها تسعة خطوط تساوي لدرجة الحرارة العظمى أدناها هو خط ٢٨°م والممتد في أقصى شمال شرق منطقة الدراسة وأعلاها خط ٣١.٢°م ويمتد في جنوب شرق منطقة الدراسة ليضم بداخله النصف الجنوبي لمنطقة عرفات.

وتراوحت درجة الحرارة العظمى في أحياء مدينة مكة المكرمة من ٢٨.٨-٣٠.٤°م واختلفت درجة الحرارة العظمى من حي لآخر، ففي أحياء الشرائع والعمرة والنوارية تراوحت من ٢٨.٤-٢٩.٢°م، وفي منطقة الحرم المكي تراوحت من ٢٩.٦-٣٠°م، وفي أحياء العزيزية والرصيفة وبطحاء قريش والشوقية تراوحت من ٢٩.٦-٣٠.٤°م، وفي منطقتي منى ومزدلفة تراوحت من ٢٩.٢-٣٠.٤°م، وفي عرفات زادت عن ٣٠.٨°م.

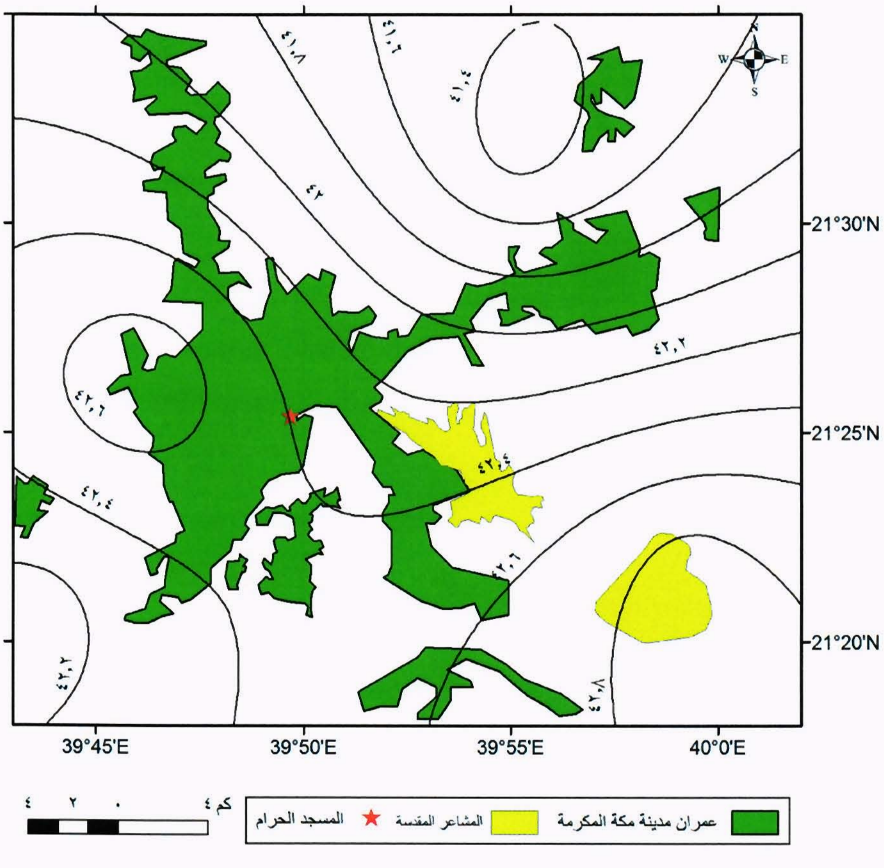



شكل (٤-١) معدل درجة الحرارة العظمي في شهر يناير

### (٤-١-٢) توزيع درجة الحرارة العظمى خلال شهر يوليو بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة

بتحليل الشكل رقم (٤-٢) والموضح لتوزيع درجات الحرارة العظمى خلال شهر يوليو بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة يتبين مرور ثمانية خطوط تساوي لدرجة الحرارة العظمى فوق منطقة الدراسة أدناها قيمة خط ٤١.٤°م والممتد متخذاً الشكل الدائري في شمال شرق المنطقة، وأعلاها قيمة خط ٤٢.٨°م ويقع في جنوب شرق المنطقة ويضم بداخله منطقة عرفات.

ويمر على منطقة الحرم المكي خط تساوي ٤٢.٤°م لتتراوح درجة الحرارة في الأحياء المركزية ومنى ومزدلفة والعزيزية من ٤٢.٢-٤٢.٦°م، وتتراوح درجة الحرارة في الشرائع من ٤١.٦-٤٢°م وهي أدنى أحياء منطقة الدراسة في درجة الحرارة العظمى بهذا الشهر، وتتراوح درجة الحرارة العظمى في أحياء الزاهر والعمرة والنوارية من ٤٢-٤٢.٤°م، في حين تتراوح درجة الحرارة العظمى في أحياء الرصيفة وبطحاء قريش والشوقية من ٤٢.٤-٤٢.٦°م.




شكل (٤-٢) معدل درجة الحرارة العظمي في شهر يوليو

### (٤-١-٣) توزيع المعدل السنوي لدرجة الحرارة العظمى بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة

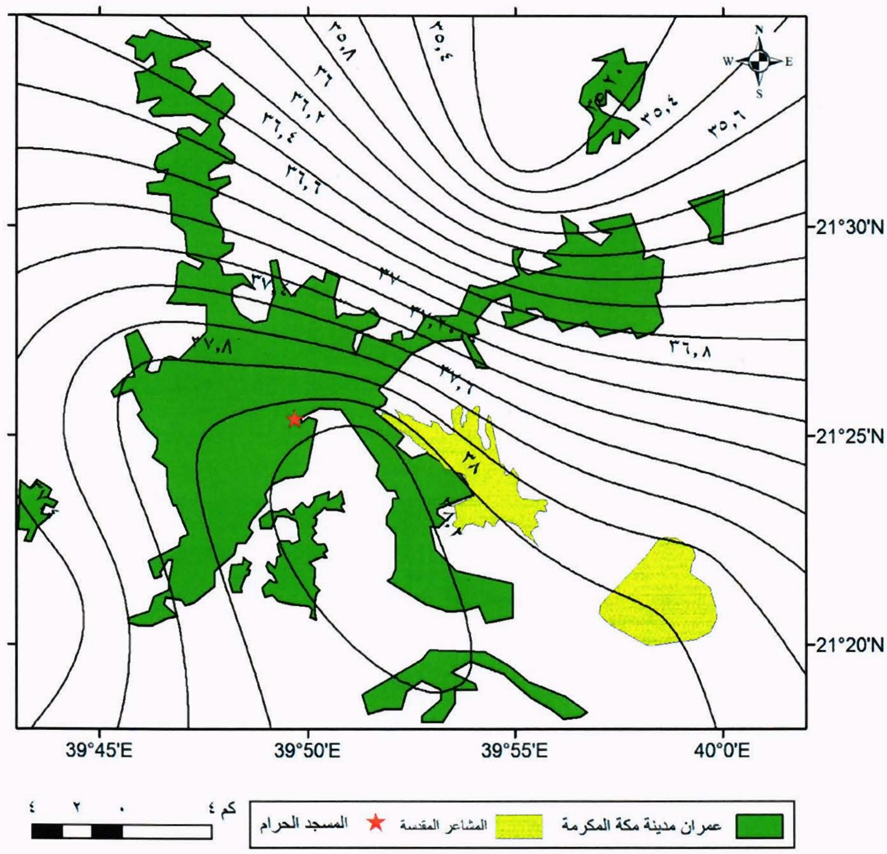
بقراءة الأرقام الواردة في جدول رقم (٤-١) والموضحة للمعدل السنوي لدرجات الحرارة العظمى في محطات الدراسة تبين أن المعدل السنوي للمدينة بلغ ٣٧.٢°م، هذا و لم ينخفض المعدل السنوي لدرجة الحرارة العظمى في أي محطة من محطات الدراسة عن ٣٥°م، حيث سُجل أدنى معدل سنوي في محطة الشرائع (٣٥°م) ، واتفقت محطة الليث في معدلها مع المعدل العام للمدينة، في حين زاد المعدل في محطات مكة والعزيزية وعرفات عن المعدل العام للمدينة وبلغ ٣٧.٩ و ٣٨.٤ و٣٧.٩°م على الترتيب.

واتسمت محطة العزيزية بتسجيلها لأعلى معدل سنوي لدرجات الحرارة العظمى في المدينة متفقة بذلك مع المسار الشهري والذي تميزت بارتفاع درجات الحرارة بها طوال العام عن باقي محطات الدراسة.

ومن خلال الشكل رقم (٤-٣) الموضح للتوزيع السنوي لدرجات الحرارة العظمى في مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة يتضح مرور ستة عشر خط تساوي على منطقة الدراسة، وتتسم الخطوط بامتدادها المنتظم من الشمال الغربي نحو الجنوب الشرقي على النصف الشمالي لمنطقة الدراسة بدءاً من خط ٣٥.٨ وحتى خط تساوي ٣٧.٤°م، بينما تمتد باقي خطوط التساوي لدرجات الحرارة العظمى بشكل غير منتظم في شمال شرق منطقة الدراسة (حول محطة الشرائع) وفي النصف الجنوبي لمنطقة الدراسة خاصة حول منطقة الحرم المكي وفي الأحياء الجنوبية للمدينة، ويرجع ذلك إلى تسجيل أعلى معدل سنوي في محطة العزيزية وأدنى معدل في الشرائع.

وبقراءة الخريطة يتبين أن أدنى خط تساوي بلغت قيمته ٣٥.٢°م ويمر في شكل قوس مفتوح ناحية الشمال حول محطة الشرائع. ويتكون حول محطة العزيزية جزيرة حرارية عظمى بمقدار يزيد عن ٣٨.٢°م لتضم بداخلها معظم حي العزيزية والنسيم والهجرة وبطحاء قريش وشمال العوالي.

وفي منطقة المشاعر المقدسة تراوح المعدل السنوي لدرجات الحرارة العظمى من ٣٧.٨-٣٨.٢°م، في حين تراوحت حول منطقة الحرم المكي من ٣٨-٣٨.٢°م.




**شكل (٤-٣) توزيع المعدل السنوي لدرجة الحرارة العظمى في مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة**

## (٤-٢) درجات الحرارة الصغرى بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة

درجة الحرارة الصغرى هي أدنى درجة حرارة تسجل في اليوم (٢٤ ساعة) ويحدث هذا في الصباح الباكر عند شروق الشمس أو قبلها مباشرة، ومن خلال جدول رقم (٤-٢) والموضح للمعدلات الشهرية والسنوية لدرجات الحرارة الصغرى بمحطات الدراسة تتضح الخصائص التالية:

- يبلغ المعدل السنوي لدرجة الحرارة الصغرى في مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة ٢٤.١°م، واختلف هذا المعدل من محطة لأخرى فسجلت محطة مكة أعلى معدل سنوي (٢٥.٨°م)، وجاء بعدها في الترتيب محطة الليث بمعدل (٢٥.١°م)، ثم العزيزية وعرفات بمعدلي (٢٤.١-٢٣.٨°م)، وسجلت الشرائع أدنى معدل سنوي بالمدينة (٢١.٨°م).
- اختلفت شهور السنة فيما بينها في معدل درجة الحرارة الصغرى بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة حيث سجل شهر أغسطس أعلى معدل لدرجة الحرارة الصغرى بالمدينة وبلغ

٢٩.٩°م، وهي قيمة متأخرة لكونها تسجل في آخر شهر من شهور الصيف، وتراوح المعدل الشهري لدرجة الحرارة الصغرى لشهور الصيف بمدينة مكة المكرمة من ٢٧.٨-٢٩.٩°م بفارق ٢.١°م ويدل هذا على تباين درجات الحرارة الصغرى بين المحطات خلال شهور الصيف.

**جدول (٤-٢) المعدل الشهري لدرجة الحرارة الصغرى في محطات مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة**

| الشهر | صغرى | العزيزية | عرفات | الليث | الشرائع | معدل المدينة |
|---|---|---|---|---|---|---|
| يناير | ١٨.٦ | ١٨.١ | ١٧.٧ | ١٩.٤ | ١٧.٥ | ١٨.٢ |
| فبراير | ١٨.٩ | ١٩.٢ | ١٩.٢ | ٢٠.١ | ١٨.٣ | ١٩.١ |
| مارس | ٢١ | ٢١.٢ | ٢٠.٨ | ٢١.٣ | ١٩.٨ | ٢٠.٨ |
| ابريل | ٢٤.٣ | ٢٤.٢ | ٢٣.٥ | ٢٥.١ | ٢٠.٧ | ٢٣.٥ |
| مايو | ٢٧.٥ | ٢٧.٢ | ٢٦.٤ | ٢٧.٧ | ٢٣.١ | ٢٨.١ |
| يونيو | ٢٨.٣ | ٢٩.٤ | ٢٧.٨ | ٢٩.٤ | ٢٤.٤ | ٢٧.٨ |
| يوليو | ٢٩ | ٢٩.٣ | ٢٨.٤ | ٢٩.٩ | ٢٤.٦ | ٢٨.٢ |
| أغسطس | ٣٩.٣ | ٢٨.٢ | ٢٩ | ٢٨.٧ | ٢٤.٤ | ٢٩.٩ |
| سبتمبر | ٢٨.٨ | ٢٧.٢ | ٢٧.٦ | ٢٨.٧ | ٢٤.٣ | ٢٧.٣ |
| اكتوبر | ٢٥.٨ | ٢٥.٤ | ٢٤.٥ | ٢٦.١ | ٢١.٨ | ٢٤.٧ |
| نوفمبر | ٢٢.٩ | ٢٢.٥ | ٢١.٧ | ٢٣.٤ | ١٨.٥ | ٢١.٨ |
| ديسمبر | ٢٠.٢ | ١٧.٨ | ١٩.٢ | ٢٠.٩ | ١٦.٢ | ١٨.٨ |
| المعدل السنوي | ٢٥.٨ | ٢٤.١ | ٢٣.٨ | ٢٥.١ | ٢١.٨ | ٢٤.١ |

المصدر: إعداد الطالب اعتماداً على البيانات الساعية لمحطات معهد خادم الحرمين الشريفين لأبحاث الحج والعمرة والرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة

- سُجل بشهر يناير أدنى معدل لدرجات الحرارة الصغرى لمدينة مكة المكرمة (١٨.٢°م)، وتبعه شهر ديسمبر بمعدل (١٨.٨°م) ثم مارس بمعدل (١٩.١°م)، وبلغ الفارق بين معدل الأشهر الثلاث ٠.٩°م، ويشير هذا إلى استقرار نسبي في درجات الحرارة الصغرى بشهور

الشتاء، هذا وتراوح معدل درجة الحرارة الصغرى بشهور الربيع من ٢٠.٨-٢٨.١°م وشهور الخريف من ٢١.٨-٢٧.٣°م.

- اختلف معدل درجة الحرارة الصغرى من شهر لآخر في المحطة الواحدة ومن محطة لأخرى في نفس الشهر بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة، حيث سُجل بمحطة الليث أعلى معدل شهري لدرجة الحرارة الصغرى خلال شهر يوليو بمقدار ٢٩.٩°م، في حين سجلت محطة الشرائع أدنى معدل شهري خلال شهر ديسمبر بمقدار ١٦.٢°م.

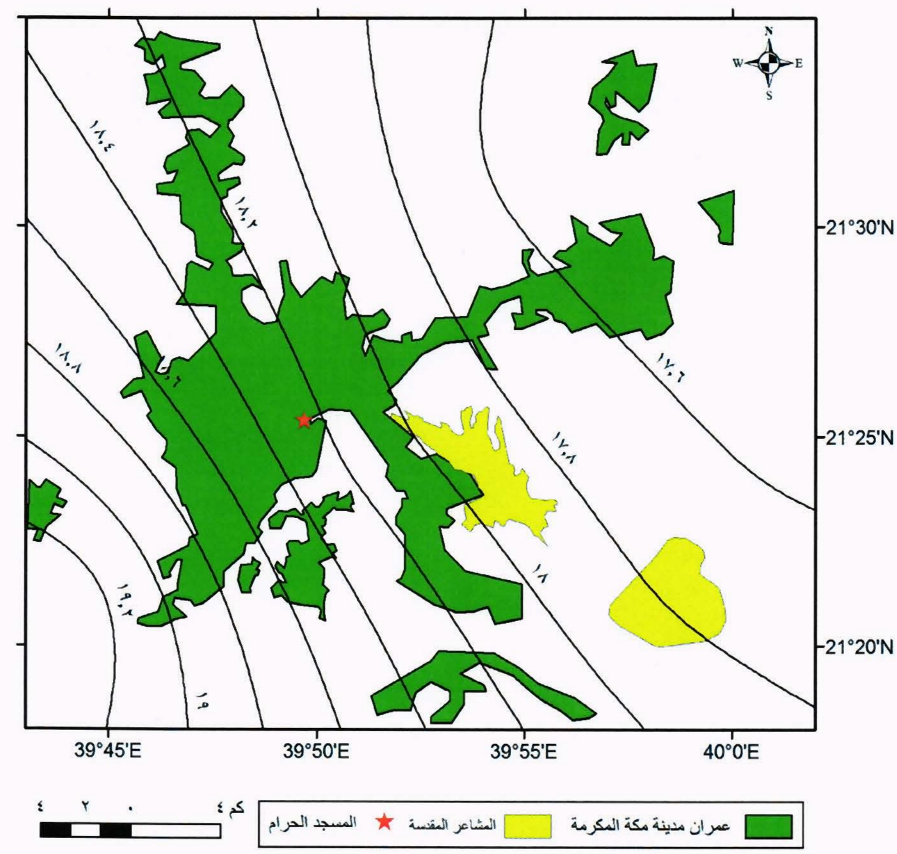
وفيما يلي دراسة التوزيع المكاني لدرجة الحرارة الصغرى خلال شهري يناير ويوليو والمعدل السنوي لدرجة الحرارة الصغرى :

### (٤-٢-١) توزيع درجة الحرارة الصغرى خلال شهر يناير بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة

أتسم شهر يناير بانخفاض في معدلات درجات الحرارة الصغرى والتي لم تزد عن ١٨.٦°م (بمحطة مكة)، ويتضح من الشكل رقم (٤-٤) الموضح لتوزيع درجة الحرارة الصغرى في شهر يناير بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة امتداد خطوط التساوي من الشمال الغربي نحو الجنوب الشرقي لتُظهر معلم واضح ومميز لتوزيع درجة الحرارة الصغرى بهذا الشهر وهو انخفاضها إلى مادون ١٧.٦°م في شمال شرق المنطقة (بمحطة الشرائع) وارتفاعها إلى أكثر من ١٩°م في جنوب غرب المنطقة.

وتراوحت معدلات درجات الحرارة الصغرى في منطقة المشاعر المقدسة من ١٧.٨-١٨°م، وسيطر على الأحياء الوسطى ومنطقة الحرم المكي والعزيزية والزاهر والعمرة والنوارية نطاق طولي لدرجات الحرارة الصغرى يتراوح به المعدل من ١٨-١٨.٤°م، ومرّ على منطقة الحرم المكي خط تساوي ١٨.٢°م.

أما الأحياء الغربية والجنوبية الغربية (الرصيفة – بطحاء قريش – الشوقية) تراوح معدل درجة الحرارة الصغرى بها من ١٨.٦-١٩°م.

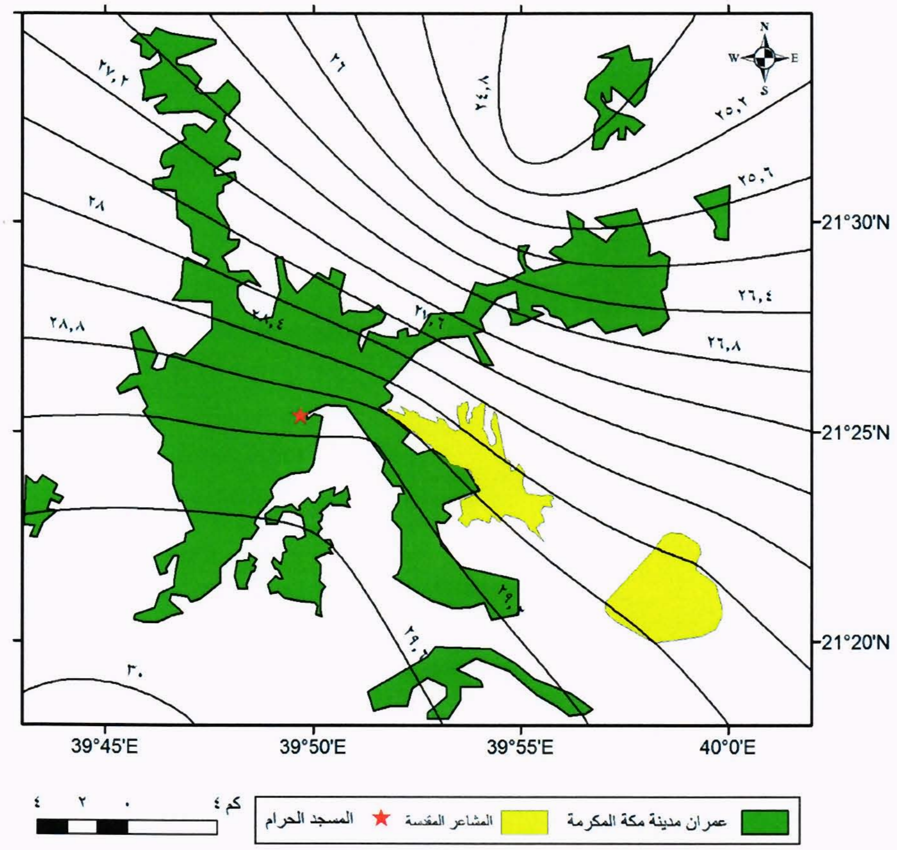



**شكل رقم (٤-٤) معدل درجة الحرارة الصغرى في شهر يناير**

## (٤-٢-٢) توزيع درجة الحرارة الصغرى خلال شهر يوليو بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة

تميز شهر يوليو بارتفاع معدل درجات الحرارة الصغرى والتي لم ينخفض عن ٢٤.٦°م المسجلة بمحطة الشرائع، ومن خلال شكل رقم (٤-٥) الموضح لتوزيع معدل درجة الحرارة الصغرى في شهر يوليو بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة يظهر مرور أربعة عشر خط تساوي أدناها خط ٢٤.٨°م والذي يمر في شمال شرق منطقة الدراسة وأعلاها خط ٣٠°م والذي يمر باقصى جنوب شرق منطقة الدراسة (جنوب منطقة الليث).

ويتراوح معدل درجة الحرارة الصغرى في منطقة الحرم المكي من ٢٨.٨-٢٩.٢°، وفي مناطق المشاعر المقدسة من ٢٨-٢٨.٨°م، وفي الشرائع من ٢٥.٦-٢٦.٨°م وهو أدنى أحياء المدينة في درجة الحرارة الصغرى، وفي أحياء الزاهر والعمرة والنوارية من ٢٦.٤-٢٨°م، وفي الأحياء الجنوبية للمدينة من ٢٨-٢٩.٩°م.




**شكل رقم (٤-٥) معدل درجة الحرارة الصغرى في شهر يوليو**

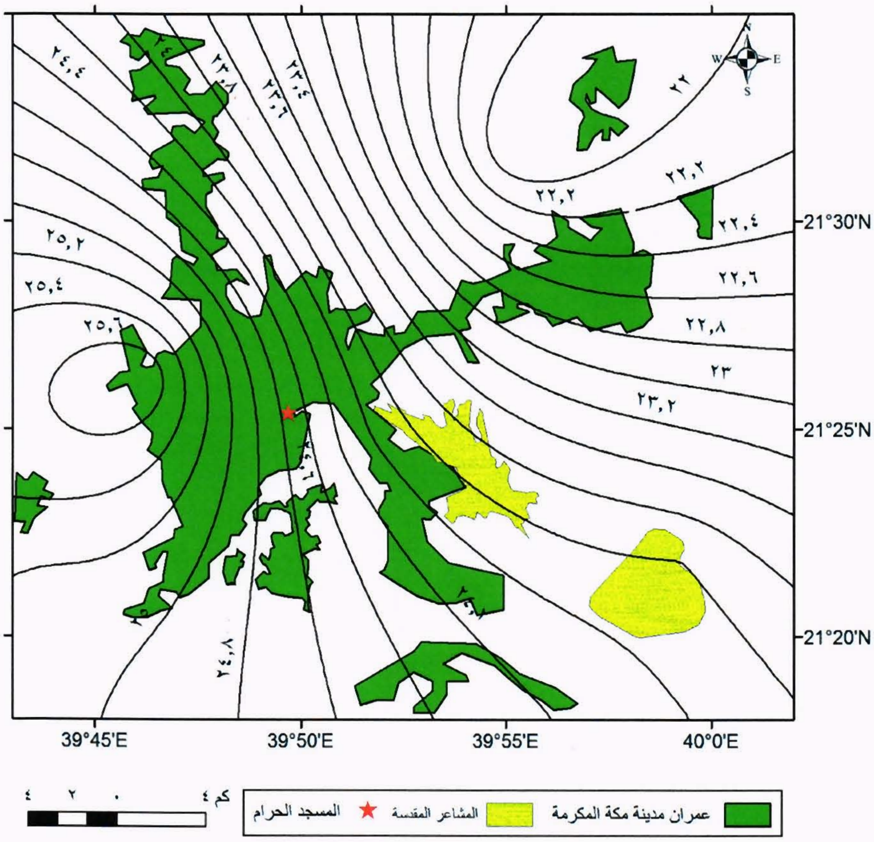
## (٤-٢-٣) توزيع المعدل السنوي لدرجة الحرارة الصغرى بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة:

من الجدول رقم (٤-٢) الموضح للمعدل السنوي لدرجات الحرارة الصغرى في مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة يظهر عدم انخفاض معدل أي محطة من المحطات عن ٢١.٨°م وهو أدنى معدل سُجل في محطة الشرائع، هذا وبلغ المعدل العام للمدينة ٢٤.١°م، وتُظهر لنا هذه الأرقام الارتفاع الواضح في درجات الحرارة الصغرى بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة.

وانخفض عن معدل المدينة محطتي عرفات والشرائع (٢٣.٨ ، ٢١.٨°م) وتساوى معدل العزيزية مع المعدل العام للمدينة في حين زاد المعدل بمحطتي مكة والليث عن المعدل العام للمدينة فبلغ بكل منهما ٢٥.٨ و ٢٥.١°م على الترتيب.

وبإلقاء نظرة على الشكل رقم (٤-٦) الموضح لتوزيع المعدل السنوي لدرجات الحرارة الصغرى في مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة يتضح مرور تسعة عشر خط تساوي تمتد بشكل عام من الشمال الغربي إلى الجنوب الشرقي ،أدناها قيمة ٢٢°م ويمر في أقصى شمال شرق منطقة الدراسة وأعلاها خط تساوي ٢٥.٦°م ويتخذ شكل الدائرة في غرب منطقة الدراسة على الأجزاء الشرقية لحي الحمراء وأم الجود.

وتراوح المعدل في منطقة الحرم المكي من ٢٤.٤-٢٤.٨°م واختلف المعدل في منطقة المشاعر المقدسة فتراوح في منى ومزدلفة من ٢٣.٤-٢٤°م، في حين تراوح في منطقة عرفات من ٢٣.٦-٢٤°م.




**شكل رقم (٤-٦) توزيع المعدل السنوي لدرجة الحرارة الصغرى في مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة**

### (٤-٣) المدى الحراري بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة:

يقصد بالمدى الحراري الفرق بين معدل درجتي الحرارة العظمى والصغرى اليومية، ويمكن استخراجه كما في الدراسة من الفرق بين معدلي درجة الحرارة العظمى والصغرى، فضلاً عن دراسة توزيع المدى الحراري السنوي والتي تعكس الفروقات في درجات الحرارة خاصة بين الصيف والشتاء، فالمناطق ذات الفرق الحراري الكبير بين الصيف والشتاء تمتاز بمدى سنوي كبير.

#### (٤-٣-١) خصائص المدى الشهري لدرجة الحرارة بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة:

مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة تتسم بمدى حراري شهري وسنوي كبير إذ لم ينخفض المدى الحراري في أي شهر من شهور السنة عن ١٠.١°م بجميع محطات الدراسة، ويرجع ذلك إلى موقع مكة المكرمة والمشاعر المقدسة في المنطقة الجافة وبعدها عن البحر الأحمر إضافة إلى الجبال الفاصلة بين منطقة الدراسة والتأثيرات البحرية.

ومن خلال جدول رقم (٤-٣) وشكل رقم (٤-٧) نتبين زيادة معدلات المدى الحراري الشهري بجميع شهور السنة عن ١٠°م، هذا ويتباين المدى الشهري من شهر لآخر في المحطة الواحدة ومن محطة لأخرى في الشهر الواحد.

وفيما يلي دراسة الخصائص العامة للمدى الحراري الشهري والسنوي في مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة:

- بقراءة شكل رقم (٤-٧) يتضح أن شهور الشتاء هي أدنى شهور السنة في المدى الحراري الشهري، إذ لم يزد بأي من المحطات المختلفة عن ١٤°م، كما تميزت شهور الصيف بارتفاع المدى الحراري بجميع منطقة الدراسة إذ لم ينخفض بأي شهر من شهور الصيف عن ١٢°م، وتراوح المدى الحراري في شهور الربيع والخريف بجميع المحطات من ١١.٩-١٥.٤°م. ويُظهر ذلك الارتفاع الواضح والشديد في المدى الحراري بجميع أحياء مكة المكرمة والمشاعر المقدسة والناجم عن ارتفاع معدلات درجات الحرارة العظمى المسجلة أثناء النهار.

- تميز شهر يناير بكونه أدنى شهور السنة في المدى الحراري في جميع أجزاء المدينة ومنطقة المشاعر لمقدسة فيما عدا منطقة عرفات والتي جاء بها شهر ديسمبر كأدنى مدى حراري بمعدل ١١.٩°م، هذا وبلغ المدى لمحطات مكة والعزيزية والليث والشرائع في شهر يناير ١١.٦ ، ١١.٥ ، ١٠.١ ، ١٠.١°م على الترتيب.

جدول (٤-٣) المدى الحراري الشهري والسنوي

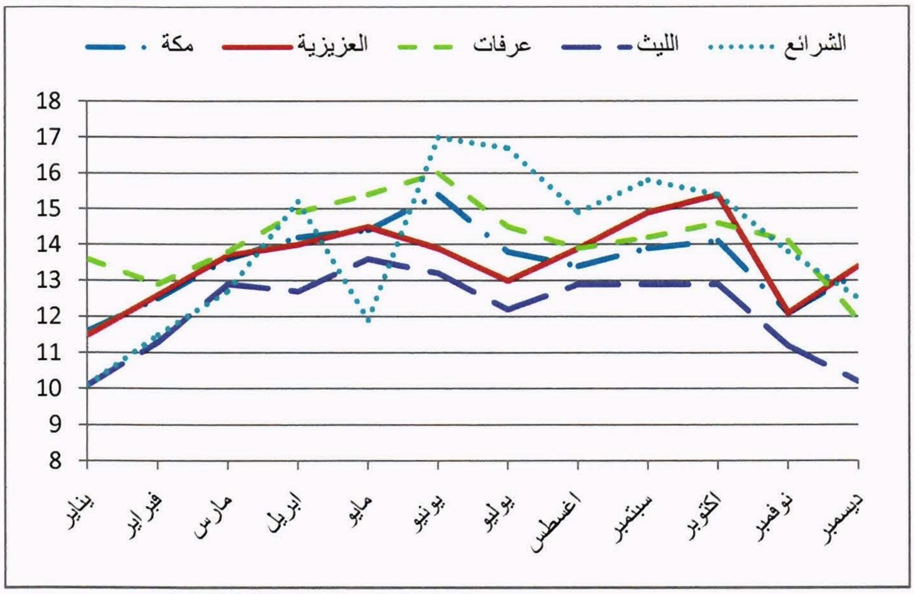
| الشهر | مكة | العزيزية | عرفات | الليث | الشرائع |
|---|---|---|---|---|---|
| يناير | ١١.٦ | ١١.٥ | ١٣.٦ | ١٠.١ | ١٠.١ |
| فبراير | ١٢.٥ | ١٢.٦ | ١٢.٩ | ١١.٣ | ١١.٥ |
| مارس | ١٣.٦ | ١٣.٧ | ١٣.٨ | ١٢.٩ | ١٢.٧ |
| ابريل | ١٤.٢ | ١٤ | ١٤.٩ | ١٢.٧ | ١٢.٥ |
| مايو | ١٤.٤ | ١٤.٥ | ١٤.٤ | ١٣.٦ | ١١.٩ |
| يونيو | ١٥.٤ | ١٣.٦ | ١٦ | ١٣.٢ | ١٧ |
| يوليو | ١٣.٨ | ١٣ | ١٤.٥ | ١٢.٢ | ١٦.٧ |
| أغسطس | ١٣.٤ | ١٣.٩ | ١٣.٩ | ١٢.٩ | ١٤.٩ |
| سبتمبر | ١٣.٩ | ١٤.٩ | ١٤.٢ | ١٢.٩ | ١٥.٨ |
| أكتوبر | ١٤.١ | ١٥.٤ | ١٤.٦ | ١٢.٩ | ١٥.٤ |
| نوفمبر | ١٢.١ | ١٢.١ | ١٤.١ | ١١.٢ | ١٣.٨ |
| ديسمبر | ١٣.٢ | ١٣.٤ | ١١.٩ | ١٠.٢ | ١٢.٥ |
| المعدل السنوي | ١٣.٥ | ١٣.٥ | ١٤.١ | ١٢.١ | ١٣.٩ |

المصدر: إعداد الطالب اعتماداً على البيانات اليومية لمحطات معهد خادم الحرمين الشريفين لأبحاث الحج والعمرة والرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة

- جاء أعلى مدى شهري في منطقة الدراسة بحي الشرائع بمقدار ١٧°م وذلك في شهر يونيو، ويرجع ذلك إلى التغيرات الحرارية المتباينة لهذا الحي كنتيجة لتأثره بالرياح الشمالية الملطفة لدرجة الحرارة معظم أيام السنة كما ظهر في الفصول السابقة من الرسالة.
- سُجل في أشهر الصيف أعلى مدى شهري بمنطقة الدراسة في الشرائع حيث بلغ المدى في شهور يونيو ويوليو وأغسطس ١٧ ، ١٦ ، ١٤.٩°م على الترتيب، كما جاءت منطقة

الشرائع مسجلة لأدنى مدى شهري في شهري يناير ومايو بمنطقة الدراسة بمقدار ١٠.١ ، ١١.٩°م على التريب.

- سُجل أعلى مدى شهري في شهر يونيو بمحطات مكة (١٥.٤°م) وعرفات (١٦°م) والشرائع (١٨°م) بينما اختلف الوضع في محطتي العزيزية والليث عن المحطات السابقة حيث سجل أعلى مدى بالعزيزية في شهر أكتوبر بمقدار ١٥.٤°م، وسُجل في شهر مايو أعلى مدى شهري بالليث (١٣.٦°م).




**شكل (٤-٧) المدى الشهري في محطات الدراسة**

## (٤-٣-٢) توزيع المدى الحراري السنوي بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة:

يقصد بالمدى الحراري السنوي الفرق بين أعلى وأقل درجة حرارة أثناء السنة (يوسف فايد،٢٠٠٢،ص٣٥) ويعرف الكثيرون المدى السنوي لدرجة الحرارة ومنهم نعمان شحاده (٢٠٠٩) وعلي موسى (١٩٨٦) بأنه الفرق بين متوسط درجة حرارة أبرد الشهور وأكثرها حرارة.

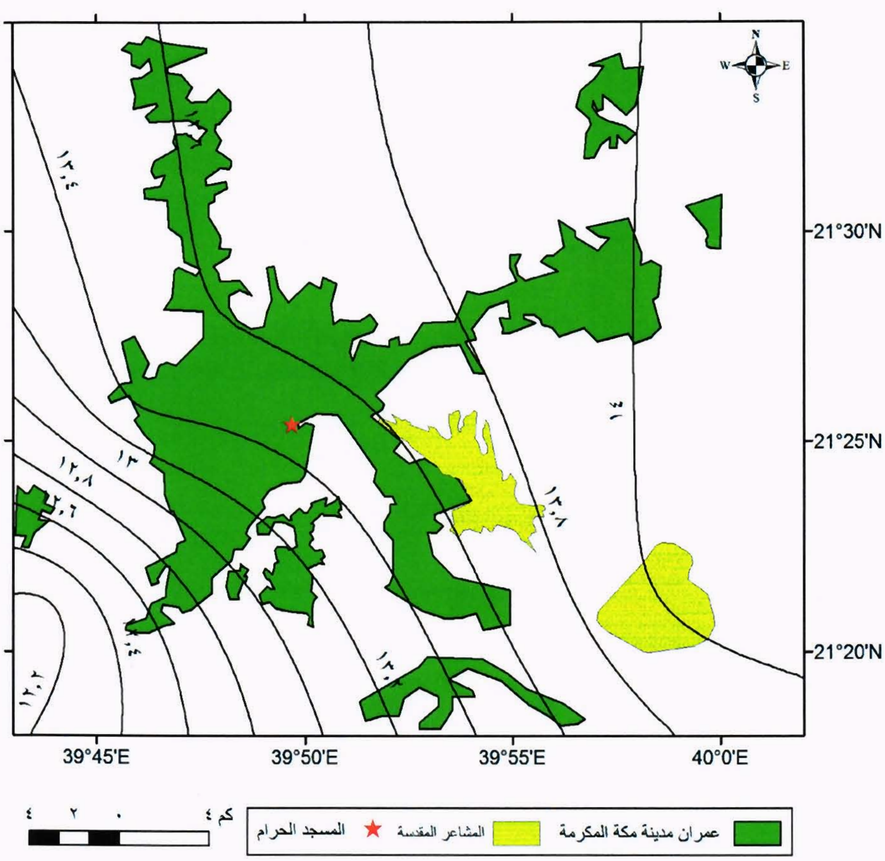
وباتخاذ التعريف الثاني للمدى السنوي لدرجة الحرارة وتطبيقه بالدراسة كما يظهر في جدول رقم (٤-٤) والذي يتضح منه كبر المدى السنوي بجميع المحطات إذ لم ينخفض عن ٢٣°م ويتفق هذا مع طبيعة المدى الحراري الكبير في المناطق الصحراوية .

جدول (٤-٤) المدى السنوي لدرجة الحرارة في محطات الدراسة

| المحطة | مكة | العزيزية | عرفات | الليث | الشرائع |
|---|---|---|---|---|---|
| المدى السنوي | ٢٥.١ | ٢٥.٢ | ٢٦.١ | ٢٣.٢ | ٢٣.٩ |

ويختلف المدى السنوي من محطة لأخرى وسجل أعلاها في محطة عرفات بمقدار ٢٦.١°م، في حين سُجل بمحطة الليث أدنى مدى سنوي بمقدار ٢٣.٢°م، وبلغ في محطة مكة والعزيزية والشرائع ٢٥.١ ، ٢٥.٢ ، ٢٣.٩°م على الترتيب.

وبدراسة توزيع معدل المدى السنوي لدرجة الحرارة والمحسوب من معدلات المدى الشهري لدرجة الحرارة تبين أن المعدل للمدى السنوي بلغ ١٤.١°م في محطة عرفات وسجلت الليث أدنى معدل بمقدار ١٢.١°م، هذا ويغطي منطقة الدراسة عشرة خطوط تساوي تمتد بشكل عام من الشمال إلى الجنوب أدناها خط ١٢.٢°م، شكل (٤-٨) ويمر في أقصى جنوب غرب منطقة الدراسة وأعلاها قيمة خط ١٤°م، ويمر من الشمال إلى الجنوب في غرب منطقة الدراسة، وتُظهر قيم وامتداد خطوط التساوي أن معدل المدى السنوي يزيد باتجاه عام من الغرب نحو الشرق وكأنه معبراً عن الطبيعة القارية لمنطقة الدراسة والمملكة العربية السعودية من ساحل البحر الأحمر نحو الأجزاء الوسطى للمملكة.




**شكل (٤-٨) توزيع المدى الحراري السنوي في مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة**

## (٤-٤) التطرفات الحرارية بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة

تعرف تطرفات درجة الحرارة بأنها أعلى وأدنى درجة حرارة سُجلت في الظل خلال يوم أو شهر أو سنة أو أية فترة زمنية لأية محطة رصد، ويمكن أن يستعمل متوسط الحرارة العظمى والصغرى لأية فترة زمنية للدلالة على التطرفات الحرارية (علي موسى،١٩٨٦،ص١٣٤)، والتطرفات الحرارية بالدراسة هي أعلى وأدنى درجة حرارة سُجلت بكل محطة خلال فترة الدراسة والتي تم حصرها من البيانات الساعية لكل محطة خلال فترة الدراسة.

ويظهر من جدولي (٤-٥ ، ٤-٦) أن أقصى درجة حرارة في كافة المحطات لم تنخفض عن ٣٣.٥°م والمسجلة في محطة الشرائع يوم ٢٠٠٦/١/٢٥م، هذا ولم تزد أقصى درجة حرارة عن ٥٠°م بأي من المحطات المختلفة، إذ سُجل أعلى درجة حرارة في محطتي عرفات ومكة بمقدار

٤٩.٨°م يوم ٢٠١٠/٧/٩م، ونستنتج من ذلك الارتفاع الواضح في درجة الحرارة خلال ساعات النهار والمسجل بها أقصى درجات حرارة بالمحطات المختلفة.

ولم تنخفض أدنى درجة حرارة عن ١٠°م حيث سُجلت هذه القيمة كأدنى درجة حرارة في محطة مكة في يوم ١٩٩٣/٢/٦م، وبلغت أعلى قيمة لأدنى درجة حرارة ٢٧.٥٥°م بمحطة العزيزية يوم ٢٠١٠/٧/٢٩م. وتشير هذه الأرقام إلى الارتفاع الواضح في درجات الحرارة أثناء الليل بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة.

وفيما يلي تحليل تباين أقصى وأدنى درجة حرارة من شهر لآخر ومن محطة لأخرى في الشهر الواحد:

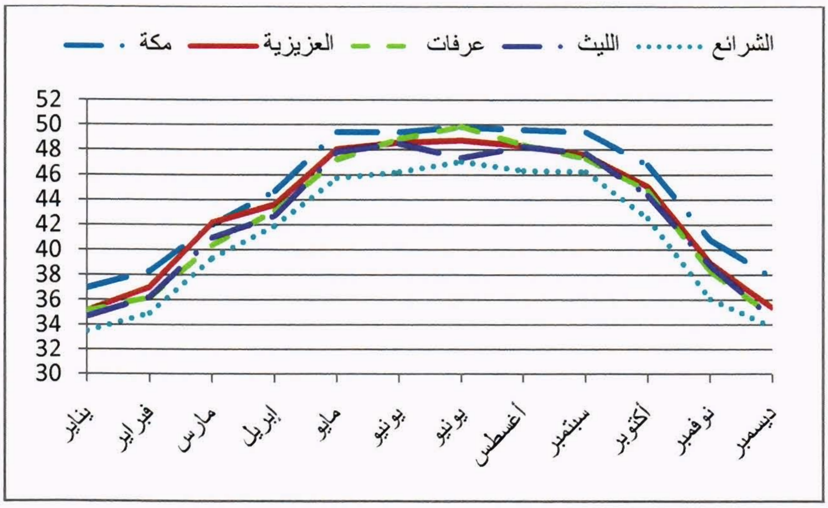
### (٤-٤-١) أقصى درجة حرارة سُجلت بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة

يُظهر الجدول رقم (٤-٥) والشكل رقم (٤-٩) أقصى درجات حرارة سُجلت بالمحطات خلال شهور السنة المختلفة ومنها نتبين الخصائص التالية:

- بمقارنة قيم التطرفات الحرارية العظمى لدرجة الحرارة من شهر لآخر في المحطة الواحدة يتضح أن شهور الشتاء هي أدنى شهور السنة في قيم التطرفات العظمى بجميع المحطات، وبالانتقال من شهور الشتاء إلى الربيع (من فبراير إلى مارس) تأخذ قيم التطرفات في الارتفاع بمقدار يتراوح من ٤-٦°م، ثم تأخذ إلى الارتفاع التدريجي من شهر لآخر بمقدار يتراوح من ٢-٤°م إلى أن تصل إلى أقصى قيم للتطرف في شهر يوليو، ثم تعاود الانخفاض مرة أخرى بالانتقال من شهور الصيف إلى شهور الخريف كما يظهر في شكل (٤-٩).
- يعد شهر يوليو هو الشهر الوحيد المسجل به أقصى درجة حرارة بمعظم المحطات إذ سُجل به أعلى درجات حرارة بمحطات مكة والعزيزية وعرفات والشرائع بمقدار ٤٩.٨°م يوم ١٩٨٩/٧/١٠م، ٤٨.٧٦°م يوم ٢٠١٠/٧/٩م، ٤٩.٨٤°م يوم ٢٠١٠/٧/٩م، ٤٧.٠٦°م يوم ٢٠١٠/٧/٩م على الترتيب، بينما سُجل أعلى درجة حرارة بمنطقة الليث في شهر يونيو بمقدار ٤٨.٤٧°م يوم ٢٠١٠/٦/٢١م، ومن الملفت للانتباه أن محطات

العزيزية وعرفات والشرائع سُجل بهم أقصى درجة حرارة في نفس اليوم لنفس الشهر بعام ٢٠١٠م، كما سُجل أعلى درجة حرارة في محطة الليث يوم ٢١/٦/٢٠١٠م.

- سُجل بشهر يناير اقل قيم لأقصى درجة حرارة بمحطات مكة (٣٧°م) والعزيزية (٣٥.١٧°م) وعرفات (٣٥.١٧°م) والشرائع (٣٣.٥°م) في حين سُجل في محطة الليث اقل قيمة لدرجة الحرارة الصغرى في شهر ديسمبر بمقدار ٣٤.٥°م، هذا ولم تنخفض قيم التطرفات العظمى لدرجة الحرارة لأي شهر من شهور السنة عن ٣٣.٥°م والمسجلة بالشرائع خلال شهر يناير.




**شكل (٤-٩) أقصى درجة حرارة سُجلت في محطات الدراسة**

- سجلت أشهر الصيف أعلى تطرفات لدرجات الحرارة والتي لم تنخفض في محطة مكة عن ٤٩.٤°م وفي محطة العزيزية عن ٤٨.٣°م، وفي عرفات عن ٤٨.٤°م، وفي الليث عن ٤٧.٣°م، وفي الشرائع عن ٤٦.٢°م بشهور يونيو ويوليو وأغسطس.
- تميزت الأجزاء الجنوبية والوسطى لمنطقة الدراسة بارتفاع قيمة أقصى درجة حرارة عن الأطراف الشمالية بمقدار يتراوح من ٣-٤°م بجميع شهور السنة، شكل رقم (٤-٩).
- بمقارنة قيم التطرفات العظمى لدرجات الحرارة بشهور السنة للمحطة الواحدة يتضح الاختلاف فيما بين أقصى درجة حرارة مسجلة وقيمة أقل درجة حرارة مسجلة حيث بلغ الفرق بينهما في محطة مكة ١٢.٨°م وفي العزيزية ١٣.٥٩°م وفي عرفات ١٤.٦٧°م وفي الليث ١٣.٩٧°م وفي الشرائع ١٣.٥٦°م، ويشير هذا إلى ارتفاع درجات حرارة الصيف عن درجات حرارة أشهر الشتاء بمقدار يتراوح من ١٢-١٥°م بمنطقة الدراسة.

جدول (٤-٥) أقصى درجة حرارة سجلت بالمحطات خلال فترة الدراسة

| الشهر | مكة | | | العزيزية | | | عرفات | | | الليث | | | الشرائع | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | درجة الحرارة | اليوم | السنة | درجة الحرارة | اليوم | السنة | درجة الحرارة | اليوم | السنة | درجة الحرارة | اليوم | السنة | درجة الحرارة | اليوم | السنة |
| يناير | ٣٧ | ٢٥ | ٢٠٠٦ | ٣٥,١٧ | ٢٦ | ٢٠٠٦ | ٣٥,١٧ | ٣١ | ٢٠١٠ | ٣٤,٧١ | ٣١ | ٢٠١٠ | ٣٣,٥ | ٢٥ | ٢٠٠٦ |
| فبراير | ٣٨,٣ | ٢٠ | ١٩٩٩ | ٣٧,٠٤ | ٢٤ | ٢٠٠٦ | ٣٦,١٨ | ٢٥ | ٢٠١١ | ٣٦,٢٥ | ٢٠ | ٢٠١٠ | ٣٤,٩٥ | ٢٨ | ٢٠٠٤ |
| مارس | ٤٢ | ٣١ | ١٩٩٩ | ٤٢,١٧ | ٢٤ | ٢٠٠٨ | ٤٠,٣٦ | ١٦ | ٢٠١٠ | ٤٠,٩٥ | ٢٤ | ٢٠٠٨ | ٣٩,٣٣ | ٢٤ | ٢٠٠٨ |
| أبريل | ٤٤,٧ | ٧ | ٢٠٠٣ | ٤٣,٦٤ | ٢٠ | ٢٠٠٩ | ٤٣,١٢ | ٢٠ | ٢٠٠٩ | ٤٢,٧١ | ٢٠ | ٢٠٠٩ | ٤١,٩٣ | ٧ | ٢٠٠٣ |
| مايو | ٤٩,٤ | ٢١ | ١٩٨٨ | ٤٨,٠٦ | ١٩ | ٢٠١٠ | ٤٧,٢٢ | ١٧ | ٢٠١٠ | ٤٧,٨٣ | ٣١ | ٢٠٠٤ | ٤٥,٧٤ | ٢٥ | ٢٠٠٣ |
| يونيو | ٤٩,٤ | ٢٠ | ١٩٨٨ | ٤٨,٥٩ | ٩ | ٢٠٠٣ | ٤٨,٨٧ | ٢١ | ٢٠١٠ | ٤٨,٤٧ | ٢١ | ٢٠١٠ | ٤٦,٢٣ | ٢٢ | ٢٠١٠ |
| يونيو | ٤٩,٨ | ١٠ | ١٩٨٩ | ٤٨,٧٦ | ٩ | ٢٠١٠ | ٤٩,٨٤ | ٩ | ٢٠١٠ | ٤٧,٣٦ | ٧ | ٢٠٠٤ | ٤٧,٠٦ | ٩ | ٢٠١٠ |
| أغسطس | ٤٩,٦ | ١ | ١٩٩٦ | ٤٨,٣٢ | ٧ | ٢٠١٠ | ٤٨,٤١ | ٧ | ٢٠١٠ | ٤٨,٢٤ | ٧ | ٢٠١٠ | ٤٦,٣٢ | ٣٠ | ٢٠٠٦ |
| سبتمبر | ٤٩,٤ | ٩ | ١٩٨٨ | ٤٧,٥٩ | ١٣ | ٢٠٠٩ | ٤٧,٢٩ | ١٣ | ٢٠٠٩ | ٤٧,٦٩ | ٣ | ٢٠٠٥ | ٤٦,٢٤ | ٣ | ٢٠٠٥ |
| أكتوبر | ٤٦,٨ | ١ | ١٩٩٨ | ٤٥,٠٨ | ١٣/٣ | ٢٠١٠/٢٠٠٩ | ٤٤,٧٨ | ٣ | ٢٠٠٩ | ٤٤,٣٨ | ٣ | ٢٠٠٩ | ٤٢,٥٤ | ١٣ | ٢٠١٠ |
| نوفمبر | ٤٠,٨ | ٤ | ٢٠٠٧ | ٣٨,٩٧ | ٩ | ٢٠٠٢ | ٣٨,٢٩ | ٩ | ٢٠٠٢ | ٣٨,٧٦ | ٤ | ٢٠٠٧ | ٣٦,٠٧ | ٨ | ٢٠١٠ |
| ديسمبر | ٣٧,٨ | ٩ | ٢٠٠٥ | ٣٥,٣٨ | ١ | ٢٠٠٨ | ٣٤,٧٤ | ٢ | ٢٠٠٥ | ٣٤,٥ | ٢ | ٢٠٠٥ | ٣٣,٧٧ | ٣ | ٢٠٠٥ |

المصدر: إعداد الطالب اعتماداً على البيانات الساعية للمحطات التابعة لمعهد خادم الحرمين الشريفين لأبحاث الحج والعمرة والرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة

### (٤-٤-٢) أدنى درجات حرارة سجلت بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة:

من خلال جدول رقم (٤-٦) والموضح لأدنى درجة حرارة سجلت بالمحطات خلال فترة الدراسة وشكل رقم (٤-١٠) يتضح الخصائص التالية:

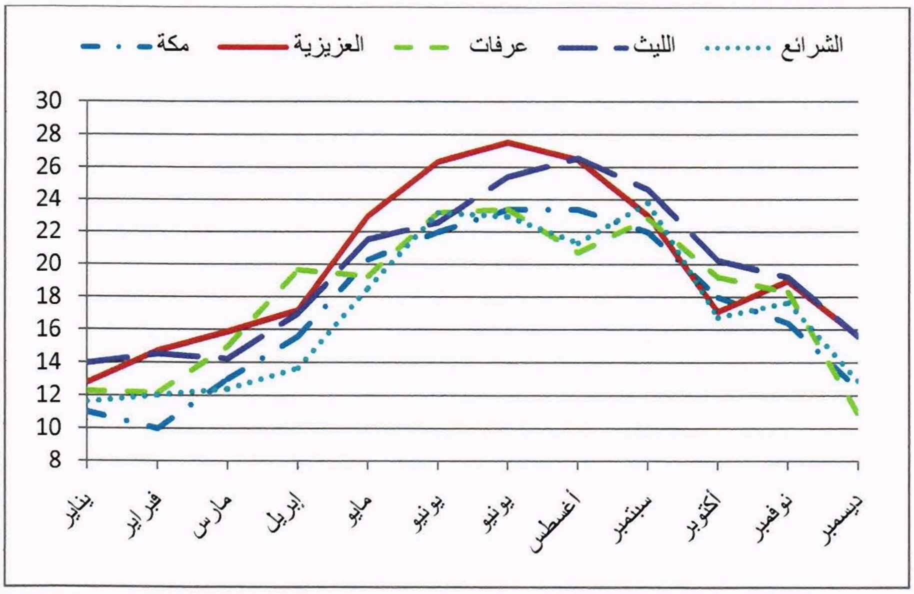
- تميزت اشهر الشتاء بتسجيل أدنى درجة حرارة بالمحطات المختلفة، إذ سُجل أدنى درجة حرارة في محطة مكة بشهر فبراير بمقدار ١٠°م، وفي محطة العزيزية بلغت أدنى درجة حرارة ١٢.٨°م بشهر يناير، واختلفت محطة عرفات عن المحطتين السابقتين إذ سُجل بها أدنى درجة حرارة بشهر ديسمبر بمقدار ١٠.٤٨°م، وفي محطة الليث والشرائع سُجل أدنى درجات حرارة في شهر يناير بمقدار ١٤ و ١٦ و ١١°م على الترتيب. وبالانتقال من شهور الشتاء إلى شهور الربيع أخذت درجات الحرارة بالارتفاع التدريجي، وتراوح معدل التزايد من فبراير إلى مارس من ١-٢°م، وبالانتقال من شهور الربيع إلى شهور الصيف أخذت قيم درجات الحرارة في التزايد الواضح والذي تراوح من ٢-٤°م من شهر مايو إلى شهر يونيو، ثم أخذت درجات الحرارة في الانخفاض بالانتقال من الصيف إلى الخريف والشتاء مرة أخرى.
- لم تنخفض أدنى درجة حرارة بجميع المحطات خلال شهور السنة عن ١٠°م، هذا واختلف أدنى درجة حرارة من شهر لآخر بالمحطة الواحدة ومن محطة لأخرى، ولكن يلاحظ أن شهور الربيع لم تنخفض بها أدنى درجة حرارة عن ١٢°م إذ سُجل اقل قيمة بها بشهر مارس بمحطة الشرائع بمقدار ١٢.٤°م، ولم تنخفض أدنى درجة حرارة لشهور الصيف عن ٢٠°م إذ سُجل بمحطة عرفات بشهر أغسطس اقل قيمة بمقدار ٢٠.٧٩°م، وفي شهور الخريف لم تنخفض أدنى درجة حرارة عن ١٦°م إذ سُجل بشهر نوفمبر بمحطة مكة أدنى درجة حرارة خلال الخريف بمقدار ١٦.٤°م.
- اختلفت المحطات فيما بينها في الشهر المسجل به أدنى درجة حرارة لكل محطة، حيث سُجل بمحطات العزيزية والليث والشرائع أدنى درجات حرارة في شهر يناير، في حين سُجل أدنى درجة حرارة في مكة وعرفات بشهري فبراير وديسمبر على الترتيب.

**جدول (٤-٦) أدنى درجة حرارة سجلت بالمحطات خلال فترة الدراسة**

| الشهر | مكة | | | العزيزية | | | عرفات | | | الليث | | | الشرائع | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | درجة الحرارة | اليوم | السنة | درجة الحرارة | اليوم | السنة | درجة الحرارة | اليوم | السنة | درجة الحرارة | اليوم | السنة | درجة الحرارة | اليوم | السنة |
| يناير | ١١ | ١٣ | ١٩٩٢ | ١٢,٨ | ١٣ | ٢٠٠٢ | ١٢,٢٨ | ١٦ | ٢٠٠٤ | ١٤ | ٣١ | ٢٠٠٨ | ١١,٦١ | ٢٠ | ٢٠١١ |
| فبراير | ١٠ | ٦ | ١٩٩٣ | ١٤,٧٤ | ١ | ٢٠٠٨ | ١٢,١٨ | ٨ | ٢٠١٠ | ١٤,٥٤ | ١ | ٢٠٠٨ | ١٢,٠٤ | ٥ | ٢٠٠٤ |
| مارس | ١٣ | ٤ | ١٩٩١ | ١٥,٨٩ | ٢ | ٢٠٠٩ | ١٤,٩٩ | ١٥ | ٢٠٠٤ | ١٤,٢٤ | ١٧ | ٢٠١١ | ١٢,٤ | ١٩ | ٢٠٠٧ |
| أبريل | ١٥,٦ | ٨ | ١٩٩٧ | ١٧,٢ | ١٠ | ٢٠٠٢ | ١٩,٦٦ | ١٨ | ٢٠٠٥ | ١٦,٩٩ | ١٥ | ٢٠٠٧ | ١٣,٦٨ | ١٣ | ٢٠٠٧ |
| مايو | ٢٠,٣ | ١٢ | ١٩٩٢ | ٢٢,٩٩ | ٢ | ٢٠٠٨ | ١٩,٢٧ | ٥ | ٢٠٠٥ | ٢١,٥٤ | ٥ | ٢٠٠٥ | ١٨,٥٥ | ١ | ٢٠١١ |
| يونيو | ٢٢ | ٢٩ | ١٩٩٧ | ٢٦,٣٧ | ٢٤ | ٢٠٠٢ | ٢٣,٢ | ٢٥ | ٢٠٠٢ | ٢٢,٦ | ١٦ | ٢٠٠٤ | ٢٣,٢ | ١٣ | ٢٠٠٨ |
| يونيو | ٢٣,٤ | ١٩ | ١٩٩١ | ٢٧,٥٥ | ٢٩ | ٢٠١٠ | ٢٣,٤ | ٨ | ٢٠٠٩ | ٢٥,٤٤ | ٢٩ | ٢٠٠٥ | ٢٢,٩٥ | ٢٦ | ٢٠٠٣ |
| أغسطس | ٢٣,٤ | ١٥ | ١٩٩٢ | ٢٦,٤٨ | ٣ | ٢٠٠٢ | ٢٠,٧٣ | ٣ | ٢٠٠٢ | ٢٦,٥٨ | ٢٣ | ٢٠٠٤ | ٢١,٣٢ | ٢١ | ٢٠٠٩ |
| سبتمبر | ٢٢ | ٥ | ١٩٨٥ | ٢٣,٠٣ | ٥ | ٢٠٠٦ | ٢٢,٨٢ | ٦ | ٢٠٠٢ | ٢٤,٦٥ | ٢٧ | ٢٠٠٧ | ٢٣,٨٢ | ٢٨ | ٢٠٠٦ |
| أكتوبر | ١٨ | ٢٩ | ٢٠٠٦ | ١٧,١١ | ٢٩ | ٢٠٠٦ | ١٩,٢٣ | ٢٩ | ٢٠٠٩ | ٢٠,٢٦ | ٣ | ٢٠٠٤ | ١٦,٧٦ | ٢٩ | ٢٠٠٦ |
| نوفمبر | ١٦,٤ | ٢٠ | ١٩٨٥ | ١٩,٠١ | ٦ | ٢٠٠٨ | ١٨,٣٣ | ١٢ | ٢٠١٠ | ١٩,٢٣ | ٢٥ | ٢٠٠٩ | ١٧,٦٧ | ١٩ | ٢٠٠٩ |
| ديسمبر | ١٢,٤ | ٦ | ١٩٨٦ | ١٥,٦٢ | ٢٦ | ٢٠٠٢ | ١٠,٨٤ | ٢٦ | ٢٠٠٢ | ١٥,٦ | ٢٦ | ٢٠٠٤ | ١٢,٨٧ | ٢٦ | ٢٠٠٤ |

المصدر: إعداد الطالب اعتماداً على البيانات الساعية للمحطات التابعة لمعهد خادم الحرمين الشريفين لأبحاث الحج والعمرة والرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة

- يعد شهر يوليو هو الشهر المشترك فيما بين معظم المحطات لكونه أعلى شهور السنة في أعلى قيم لأدنى درجة حرارة، حيث بلغت في محطة مكة بنفس الشهر (٢٣.٤°م)، وفي العزيزية (٢٧.٥٥°م)، وفي عرفات (٢٣.٤°م)، وفي الشرائع (٢٢.٩٥°م)، واختلف الوضع في محطة الليث عن باقي المحطات حيث سُجلت أعلى قيمة لأدنى درجة حرارة في شهر أغسطس بمقدار ٢٦.٥٨°م.




**شكل (٤-١٠) أدنى درجة حرارة مسجلة في محطات الدراسة**

- بمقارنة أدنى درجة حرارة في أحياء مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة يتضح أن حي العزيزية وعرفات (جنوب شرق منطقة الدراسة) سُجل بهما أعلى قيم لأدنى درجة حرارة في الشهور الممتدة من يناير حتى أغسطس، في حين سُجل أدنى قيم في محطة الشرائع (شمال شرق منطقة الدراسة)، واختلف الوضع في الشهور من سبتمبر وحتى ديسمبر إذ جاءت محطة الليث مسجلة لأعلى القيم (جنوب غرب منطقة الدراسة)، في حين تباينت المناطق المسجلة بها أدنى قيم في هذه الشهور، ففي شهري سبتمبر ونوفمبر سُجل أدنى درجة حرارة في محطة مكة (٢٢° و ١٦.٤°م)، وفي شهر أكتوبر سُجلت أدنى درجة حرارة في محطة الشرائع (١٦.٧٦°م)، وفي شهر ديسمبر سُجل أدنى درجة حرارة في محطة عرفات (١٠.٨٤°م).

- بمقارنة أقل قيمة وأكبر قيمة لأدنى درجة حرارة بكل محطة من المحطات المختلفة يتضح أن الفارق في محطات مكة والعزيزية وعرفات والليث والشرائع تبلغ ١٣.٤ و١٤.٧٥ و١٢.٥٦ و١٢.٥٨ و١١.٣٤°م على الترتيب، وكبر هذا الفارق يشير إلى التباين الواضح والشديد فيما بين أشهر الشتاء والصيف في أدنى درجة حرارة مسجلة بكل محطة من المحطات المختلفة.

# الفصل الخامس

## خصائص درجة الحرارة في مواسم الحج بمدينة مكة المكرمة والشاعر المقدسة

(٥-١) المعدل اليومي لدرجة الحرارة لمواسم حج ٢٠٠٣-٢٠١٠م

(٥-٢) معدل درجات الحرارة العظمى لمواسم حج ٢٠٠٣-٢٠١٠م

(٥-٣) معدل درجات الحرارة الصغرى لمواسم حج ٢٠٠٣-٢٠١٠م

(٥-٤) خصائص وتوزيع درجة الحرارة في موسم حج ١٤٣٢هـ "دراسة حالة"

(٥-٤-١) المسار اليومي لدرجة الحرارة في أيام حج ١٤٣٢هـ

(٥-٤-٢) التوزيع اليومي لدرجة الحرارة في أيام حج .

(٥-٤-٢-١) توزيع درجة لحرارة في يوم التروية ١٤٣٢/١٢/٨هـ.

(٥-٤-٢-٢) توزيع درجة لحرارة في يوم عرفات ١٤٣٢/١٢/٩هـ.

(٥-٤-٢-٣) توزيع درجة لحرارة في أول أيام التشريق ١٤٣٢/١٢/١٠هـ.

(٥-٤-٢-٤) توزيع درجة لحرارة في ثاني أيام التشريق ١٤٣٢/١٢/١١هـ.

(٥-٤-٢-٥) توزيع درجة لحرارة في ثالث أيام التشريق ١٤٣٢/١٢/١٢هـ.

## خصائص درجة الحرارة في مواسم الحج بمدينة مكة المكرمة والشاعر المقدسة

**مقدمة:**

من أهم المظاهر الجغرافية التي تشاهد في مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة الهجرات البشرية الضخمة في أواخر أيام ذو القعدة وأوائل شهر ذو الحجة والتي تفد من شتى بقاع العالم لأداء فريضة الحج، وهذه الهجرات تكسب مدينة مكة المكرمة صفة مميزة لها عن سائر بقاع الأرض وهي الاكتظاظ السكاني الكثيف في مساحة محددة من المدينة وهي منطقة الحرم المكي والمشاعر المقدسة والأحياء المحيطة بها.

ويقترن بتلك التركزات البشرية تباينات في درجات الحرارة من منطقة لأخرى، لذا يتناول هذا الفصل خصائص درجات الحرارة في مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة في أربعة محطات هي الشرائع وعرفات والعزيزية والليث خلال الفترة من ٢٠٠٣ وحتى ٢٠١٠م، واقتصرت الدراسة على هذه المحطات الأربعة لتوفر البيانات بها، كما تضمن الفصل دراسة خصائص وتوزيع درجات الحرارة في موسم حج ١٤٣٢هـ كدراسة حالة اعتماداً على محطات الشرائع والنوارية والعابدية والليث وعرفات والعزيزية والتي تغطي منطقة الدراسة.

### (٥-١) المعدل اليومي لدرجة الحرارة لمواسم الحج من ٢٠٠٣-٢٠١٠م:

تم حساب المعدل اليومي لدرجات الحرارة في محطات عرفات والشرائع والعزيزية والليث خلال مواسم الحج الممتدة من عام ٢٠٠٣ وحتى ٢٠١٠م وذلك باستخراج المتوسط اليومي ونظيره في السنوات المختلفة ثم حساب المعدل اليومي والتي خلصت النتائج إلى الأرقام الواردة في جدول رقم (٥-١).

ومن خلال الجدول يتضح أنه تم اختيار يوم ٣٠ ذو القعدة للأعوام المختلفة والأيام الممتدة من ٧-١١ بالإضافة إلى يوم ٢٩ ذو الحجة لنفس الأعوام، وذلك لمقارنة درجات الحرارة في يوم ٣٠ وأيام الحج ويوم ٢٩ حتى يتسنى إظهار التباينات اليومية وتأثيرات الازدحام المروري المرتبطة بحركة

الحجاج من منطقة الحرم المكي إلى مناطق المشاعر المقدسة ثم العودة مرة أخرى إلى منطقة الحرم المكي.

ومن خلال جدول رقم (٥-١) وشكل رقم (٥-١) يتضح أن المعدل اليومي لدرجات الحرارة في محطة عرفات هو أعلى المعدلات في معظم الأيام إذ لم ينخفض المعدل اليومي عن ٢٤.٧°م، كما أن محطة الشرائع هي أدنى المحطات في المعدلات اليومية لدرجة الحرارة خلال أيام الحج إذ لم يزد المعدل اليومي عن ٢٣.٢°م بجميع الأيام المختلفة ويُستدل على ذلك من تباين قيم المحاور الرأسية في شكل رقم (١-٥) والتي لم تزد في الشرائع عن ٢٤°م وبدأت بــ ٢١°م في حين سجلت المحاور الرأسية أقصى قيمة في محطات العزيزية وعرفات والشرائع ٢٦°م.

**جدول (٥-١) المعدل اليومي لدرجة الحرارة في مواسم الحج ٢٠٠٣-٢٠١٠م بمحطات الدراسة**

| اليوم | عرفات | الشرائع | العزيزية | الليث |
|---|---|---|---|---|
| **٣٠ ذو القعدة** | ٢٥.٧ | ٢٣.٢ | ٢٥.٤ | ٢٥.٤ |
| **٧ ذو الحجة** | ٢٥.٦ | ٢٢.١ | ٢٤.٨ | ٢٥.٣ |
| **٨ ذو الحجة** | ٢٥.٣ | ٢١.٩ | ٢٤.٨ | ٢٥.٣ |
| **٩ ذو الحجة** | ٢٤.٩ | ٢١.٨ | ٢٤.٨ | ٢٥ |
| **١٠ ذو الحجة** | ٢٥.٣ | ٢٢.٨ | ٢٥.٢ | ٢٥.٩ |
| **١١ ذو الحجة** | ٢٤.٨ | ٢١.٨ | ٢٢.١ | ٢٤.٧ |
| **٢٩ ذو القعدة** | ٢٤.٧ | ٢٢.٧ | ٢٤.٨ | ٢٤.٤ |

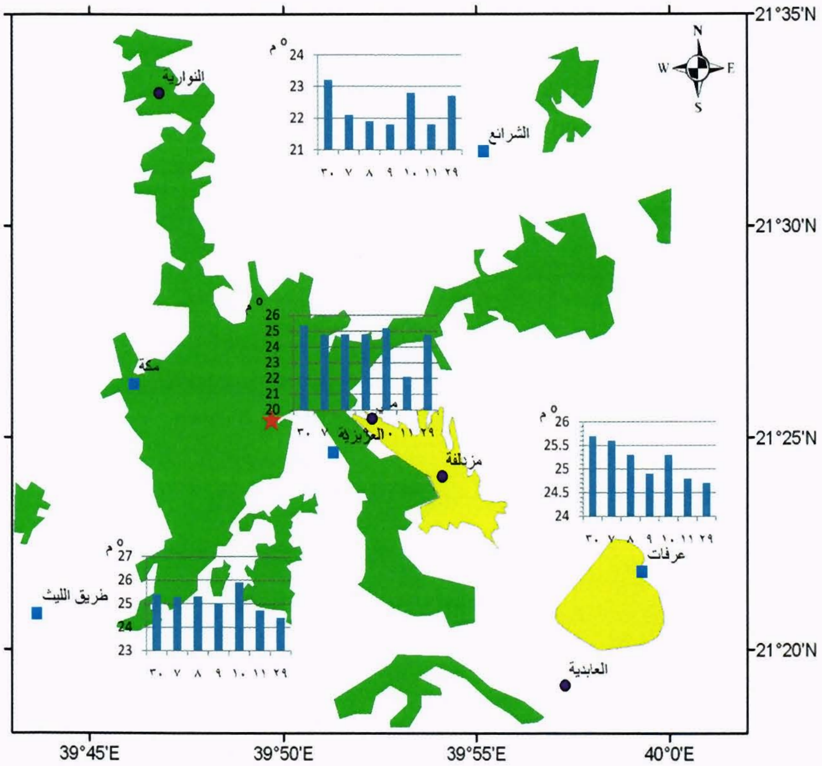
المصدر: إعداد الطالب اعتماداً على البيانات الساعية لمحطات معهد خادم الحرمين الشريفين لأبحاث الحج والعمرة.

وبمقارنة المعدلات اليومية لدرجة الحرارة في أيام الدراسة بين المحطات المختلفة تتضح الخصائص التالية:

- سُجل في يوم ٣٠ ذو القعدة أعلى معدل لدرجة الحرارة في الأيام السبعة المختارة للدراسة في محطات عرفات والشرائع والعزيزية بمقدار ٢٥.٧ و٢٣.٢ و٢٥.٤°م على الترتيب، بينما كان أكبر معدل في محطة الليث يوم ١٠ ذو الحجة بمقدار ٢٥.٩°م.

- اختلف أقل معدل يومي لدرجة الحرارة من محطة لأخرى ولكن جميعها سجلت في اليومين الأخيرين لأيام الدراسة، ففي محطتي عرفات والليث سُجل أدنى معدل يومي يوم ٢٩ ذو القعدة بمقدار ٢٤.٧°م بعرفات و٢٤.٤°م بالليث. واشتركت محطتي الشرائع والعزيزية في تسجيل أدنى معدل يوم ١١ ذو الحجة بمقدار ٢١.٨°م بالشرائع و٢٢.١°م في العزيزية.
- بدراسة المعدلات اليومية لدرجة الحرارة في أيام الحج يتضح أن يوم التروية (٨ ذو الحجة) تتراوح به درجة الحرارة في أحياء مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة من ٢١.٩-٢٥.٣°م، وفي يوم وقفة عرفات (٩ ذو الحجة) تراوحت درجة الحرارة من ٢١.٨-٢٥°م، وفي أول أيام التشريق تراوحت درجة الحرارة من ٢٢.٨-٢٥.٩°م، وفي ثاني أيام التشريق تراوحت درجة الحرارة من ٢١.٨-٢٤.٨°م، ويعني هذا أن درجات الحرارة في أيام الحج هي درجات حرارة معتدلة نسبياً ولا تشكل إرهاق حراري للحجاج والسكان. إذ يمكن للبشر أن يعيشوا براحة إذا تراوحت درجة الحرارة بين ١٧-٣١°م، و لم تشهد محطات عرفات والشرائع والليث تباينات يومية واضحة.
- بالانتقال من يوم ٣٠ ذو القعدة إلى ٧ ذو الحجة وصولاً إلى يوم ٢٩ ذو الحجة بلغ الفارق الحراري في السبع أيام في محطة عرفات ١°م، وفي الشرائع ١.٤°م، وفي الليث ١.٥°م في حين شهدت العزيزية انخفاض لدرجة الحرارة في يوم ١١ ذو الحجة ليبلغ معدل هذا اليوم ٢٢.١°م بفارق ٣.١°م عن اليوم السابق له، وبلغ الفارق للفترة في العزيزية ٣.٣°م.
- بتحليل الأعمدة البيانية لكل محطة من خلال شكل رقم (٥-١) يتضح أن محطة عرفات انخفض بها درجة الحرارة بالانتقال من يوم ٣٠ ذو القعدة إلى يوم ٩ ذو الحجة، ثم ارتفعت درجة الحرارة مرة أخرى يوم ١٠ ذو الحجة ليصل المعدل إلى ٢٥.٣°م، ثم عاودت الحرارة الانخفاض يومي ١١ و٢٩ مرة أخرى. وفي محطة العزيزية انخفضت درجة الحرارة من يوم ٣٠ ذو القعدة إلى يوم ٧ ذو الحجة بمعدل ٠.٦°م، واستقرت درجات الحرارة في أيام ٧ و٨ و٩ ذو الحجة بنفس المعدل البالغ ٢٤.٨°م، ثم ارتفعت مرة أخرى يوم ١٠ ذو الحجة، ثم أخذت في الانخفاض الواضح في يوم ١١ ذو الحجة بمقدار ٣.١°م عن اليوم السابق له، ثم عاودت الارتفاع مرة أخرى ليبلغ المعدل في يوم ٢٩ ذو الحجة ٢٤.٨°م. وفي محطة الليث انخفضت درجة الحرارة للأيام الأربعة الأولى (يوم ٣٠ ، ٧ ، ٨ ، ٩)، ثم ارتفعت مرة أخرى

في يوم ١٠ ذو الحجة وهذا السيناريو حدث في محطة الشرائع، ونستنتج من ذلك أن درجات الحرارة في الأيام الأولى للحج انخفضت بالانتقال من يوم ٧ إلى يوم ٩ ذو الحجة بجميع أحياء مكة المكرمة، ثم ارتفعت مرة أخرى في يوم ١٠ بجميع الأحياء وتباين بين التزايد والانخفاض في اليومين التاليين (١١ ، ٢٩) ذو الحجة.




**شكل (٥-١) المعدل اليومي لدرجة الحرارة في مكة المكرمة لمواسم حج ٢٠٠٣-٢٠١٠م**

- بحساب مقدار التزايد أو الانخفاض بالانتقال من يوم لآخر في كل محطة يلاحظ أن المقدار في محطة عرفات تراوح من ٠.٠٥-٠.١°م، وفي الشرائع تراوح مقدار التزايد والانخفاض من ٠.١-١.١°م، وفي محطة الليث تراوح من ٠.١-١.٢°م، وفي العزيزية تراوح من ٠.٤-٣.١°م، ويسفر هذا عن شبه ثبات حراري في المحطات الثلاثة الأولى في حين أختلف الوضع في العزيزية إلاّ أن الملاحظ ثبات حراري أيضاً في العزيزية في جميع الأيام ما عدا يوم ١١ ذو الحجة والذي انخفضت به درجة الحرارة بشكل واضح عن الأيام الأخرى فأحدث هذا الفارق الكبير في التزايد والتناقص الحراري بالعزيزية.

**(٥-٢) متوسط درجات الحرارة العظمى لأيام الحج في المواسم من ٢٠٠٣-٢٠١٠م:**

تم حساب متوسط درجات الحرارة العظمى لأيام الحج في المواسم من ٢٠٠٣-٢٠١٠م وذلك باستخراج درجة الحرارة العظمى للأيام المحددة للدراسة (أيام ٣٠ ذو القعدة، ٧ و٨ و٩ و١٠ و١١ و٢٩ ذو الحجة) من كل عام ثم حساب متوسطها خلال الفترة والتي ظهرت في جدول رقم (٥-٢) وشكل (٥-٢).

وبتحويل الأرقام الواردة في الجدول إلى خريطة بيانية تُظهر المتوسط اليومي لدرجة الحرارة العظمى في محطات الشرائع وعرفات والعزيزية والليث للأيام السابقة يتضح ما يلي:

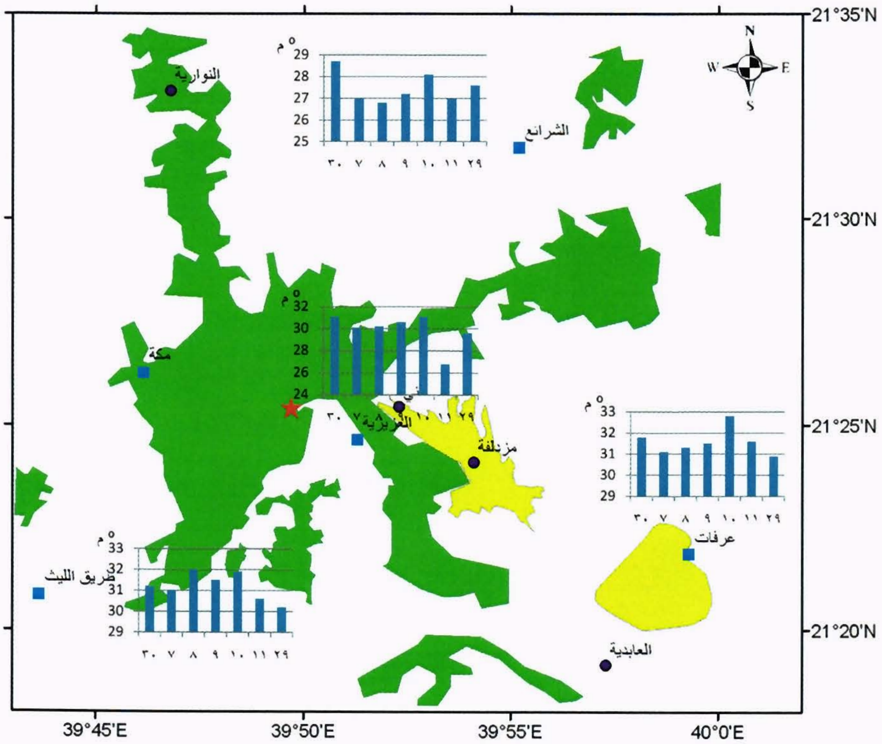
- لم تنخفض درجات الحرارة العظمى في الأيام السبعة عن ٢٦.٨°م وهي أدنى قيمة مسجلة في محطتي الشرائع والعزيزية يومي ٨ و١١ على الترتيب، هذا و لم ينخفض متوسط درجات الحرارة العظمى في عرفات والليث والشرائع والعزيزية عن ٣٠.٩ و٣٠.٢ و٢٦.٨ و٢٦.٨°م على الترتيب.
- بمقارنة متوسط درجات الحرارة العظمى في الأيام المختلفة بكل محطة يلاحظ أن أعلى متوسط لدرجة الحرارة العظمى اختلف تسجيله من محطة لأخرى فسُجل في عرفات يوم ١٠ بمقدار ٣٢.٨°م، وفي الليث يوم ٨ بمقدار ٣٢°م، وسُجل بمحطتي الشرائع والعزيزية بمقدار ٣٨.٧ و٣١.١°م على الترتيب.

ونستنتج من هذا أن متوسط درجات الحرارة العظمى في أيام الحج لم تزيد عن ٣٢°م بل أن يوم وقفة عرفة تراوح المتوسط من ٢٧.٢-٣١.٥°م وهذا يشير إلى الاعتدال الحراري النسبي في درجات الحرارة العظمى بمكة المكرمة والمشاعر المقدسة خلال موسم الحج.

جدول (٥-٢) المتوسط اليومي لدرجة الحرارة العظمى في مواسم الحج بمحطات الدراسة

| اليوم | عرفات | الشرائع | العزيزية | الليث |
|---|---|---|---|---|
| **٣٠** | ٣١.٨ | ٢٨.٧ | ٣١.١ | ٣١.٢ |
| **٧** | ٣١.١ | ٢٧ | ٣٠.١ | ٣١ |
| **٨** | ٣١.٣ | ٢٦.٨ | ٣٠.٢ | ٣٢ |
| **٩** | ٣١.٥ | ٢٧.٢ | ٣٠.٦ | ٣١.٥ |
| **١٠** | ٣٢.٨ | ٢٨.١ | ٣١.١ | ٣١.٩ |
| **١١** | ٣١.٦ | ٢٧ | ٢٦.٨ | ٣٠.٦ |
| **٢٩** | ٣٠.٩ | ٢٧.٦ | ٢٩.٦ | ٣٠.٢ |

المصدر: إعداد الطالب اعتماداً على البيانات الساعية لمحطات معهد خادم الحرمين الشريفين لأبحاث الحج والعمرة




شكل (٥-٢) المتوسط اليومي لدرجة الحرارة العظمي في مكة المكرمة لمواسم حج ٢٠٠٣-٢٠١٠م

**(٥-٣) متوسط درجات الحرارة الصغرى لأيام الحج في المواسم من ٢٠٠٣-٢٠١٠م:**

تم حساب متوسط درجات الحرارة الصغرى لأيام الحج في المواسم من ٢٠٠٣-٢٠١٠م وذلك باستخراج أدنى درجة حرارة مسجلة خلال كل يوم والمناظر له في السنوات المختلفة ثم حساب متوسطها اليومي في كل محطة خلال الفترة.

ومن خلال جدول رقم (٥-٣) والموضح للمتوسط اليومي لدرجات الحرارة الصغرى لمواسم الحج للفترة من ٢٠٠٣-٢٠١٠م وشكل رقم (٥-٣) يتضح أن المتوسط اليومي لدرجة الحرارة الصغرى لم ينخفض عن ١٧°م وهو أقل متوسط لدرجة الحرارة الصغرى في مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة والمسُجل بمحطة الشرائع يوم ٩ ذو الحجة، هذا و لم ينخفض المتوسط اليومي لدرجة الحرارة الصغرى بمحطات عرفات والعزيزية والليث عن ١٨.٧ و١٨.٣ و٢٠.١°م على الترتيب.

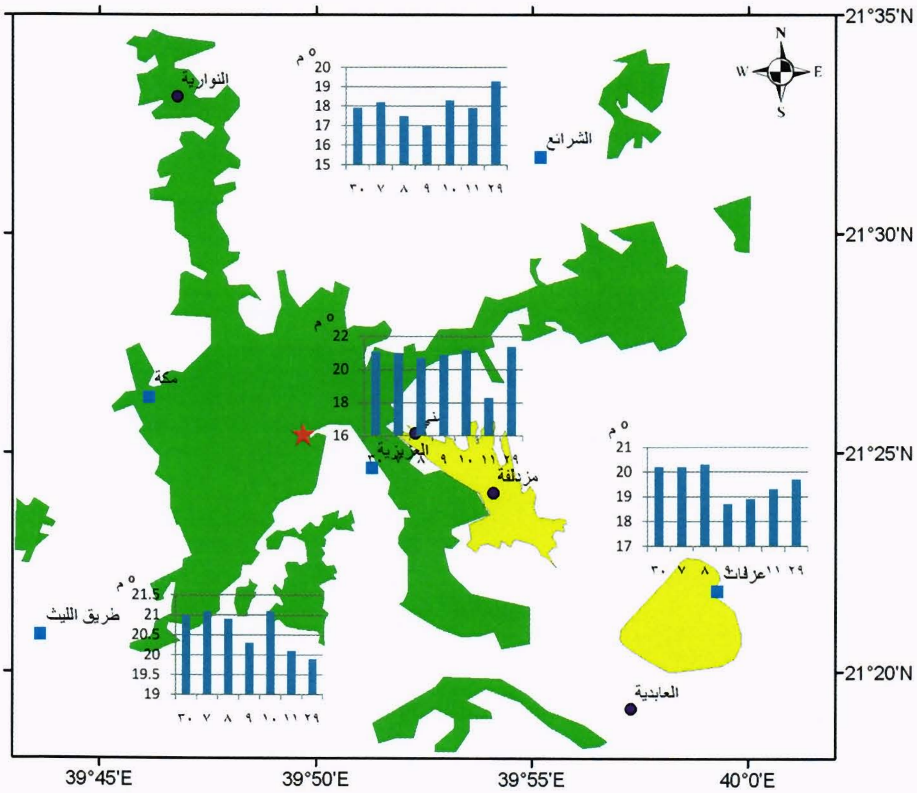
كما أنه لم يزيد المتوسط اليومي لدرجة الحرارة الصغرى في مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة عن ٢١.٤°م خلال الأيام السبعة، وهو أعلى متوسط يومي لدرجة الحرارة الصغرى والمسجل بالعزيزية يوم ٢٩ ذو الحجة.

وبدراسة المتوسطات اليومية لدرجات الحرارة الصغرى في أيام الحج يتضح أن المتوسط ليوم التروية (٨ ذو الحجة) تراوح من ١٧.٥-٢٠.٩°م، وفي يوم عرفات (٩ ذو الحجة) تراوح من ١٧-٢٠.٩°م، وفي أول أيام التشريق تراوح المتوسط من ١٨.٣-٢١.١°م، وفي ثاني أيام التشريق تراوح المتوسط من ١٧.٩-٢٠.١°م. ونستنتج من ذلك أن درجات الحرارة الصغرى أثناء الليل في مواسم الحج لفترة الدراسة كانت درجات حرارة مثالية ومريحة للحجاج والسكان بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة.

جدول (٥-٣) المتوسط اليومي لدرجة الحرارة الصغرى في مواسم الحج بمحطات الدراسة

| اليوم | عرفات | الشرائع | العزيزية | الليث |
|---|---|---|---|---|
| **٣٠** | ٢٠.٢ | ١٧.٩ | ٢١.١ | ٢١ |
| **٧** | ٢٠.٢ | ١٨.٢ | ٢١ | ٢١.١ |
| **٨** | ٢٠.٣ | ١٧.٥ | ٢٠.٧ | ٢٠.٩ |
| **٩** | ١٨.٧ | ١٧ | ٢٠.٩ | ٢٠.٣ |
| **١٠** | ١٨.٩ | ١٨.٣ | ٢١.٢ | ٢١.١ |
| **١١** | ١٩.٣ | ١٧.٩ | ١٨.٣ | ٢٠.١ |
| **٢٩** | ١٩.٧ | ١٩.٣ | ٢١.٤ | ١٩.٩ |

المصدر: إعداد الطالب اعتماداً على البيانات الساعية لمحطات معهد خادم الحرمين الشريفين لأبحاث الحج والعمرة




شكل (٥-٣) المتوسط اليومي لدرجة الحرارة الصغرى في مكة المكرمة لمواسم حج ٢٠٠٣-٢٠١٠م

## (٥-٤) خصائص وتوزيع درجة الحرارة في موسم حج ١٤٣٢هـ " دراسة حالة"

يتناول هذا الجزء من الفصل الدورة اليومية لدرجة الحرارة وتوزيعها في أيام الحج لعام ١٤٣٢هـ وهي الأيام من ٨ وحتى ١٢ ذو الحجة متضمناً في ذلك يوم التروية ووقفة عرفات وأيام التشريق الثلاثة، وتم تقسيمه إلى نقطتين الأولى: هي دراسة المسار اليومي (الدورة اليومية) لدرجة الحرارة، والثانية: تتناول توزيع درجة الحرارة في كل يوم من أيام الحج، وفيما يلي تناول كل منها بالتفصيل.

### (٥-٤-١) المسار اليومي لدرجة الحرارة في أيام حج ١٤٣٢هـ

إن الدورة اليومية (المسار اليومي) لدرجة الحرارة انعكاس رئيسي للتوازن بين الإشعاع الشمسي الوارد والإشعاع الأرضي الصادر، إذ أنه ابتداءً من شروق الشمس وحتى الساعة ١٤-١٦ تكون الطاقة الواردة من الشمس أكبر من الطاقة الصادرة من سطح الأرض، ويستمر منحنى درجة الحرارة بالارتفاع من الساعة ١٤ إلى الساعة ١٦ والتي يتحقق عندها التعادل ما بين الوارد الشمسي والصادر الأرضي، حيث يزيد بعدها الفاقد بالإشعاع الأرضي عن الوارد من الشمس (ياسر أحمد السيد،٢٠٠٨،ص ٧٩)، وتميل درجة الحرارة بالانخفاض المستمر بشكل واضح عندما تغرب الشمس ويستمر الانخفاض في درجة الحرارة بعد ذلك حتى شروق الشمس، وهكذا تتكرر نفس الظاهرة في اليوم التالي.

أي أن درجة الحرارة تتباين خلال ٢٤ ساعة كل يوم من ساعة إلى أخرى، وتختلف درجة الحرارة العظمى إلاّ أنها تُسجل بصفة عامة في الساعة ١٤ أو بعدها بفاصل ساعة أو ساعتين عنها، في حين تكون درجة الحرارة الصغرى قبل شروق الشمس مباشرة.

ومن خلال ملاحق رقم (٥ ، ٦ ، ٧ ، ٨ ، ٩ ، ١٠) والموضحة لدرجات الحرارة الساعية لأيام (٨ ، ٩ ، ١٠ ، ١١ ، ١٢) من ذو الحجة لعام ١٤٣٢هـ بمحطات الشرائع والنوارية والعابدية والليث وعرفات والعزيزية وأشكال رقم (٥-٥،٥-٦،٥-٧،٥-٨،٥-٩،٥-١٠) الموضحة للمسار اليومي لدرجات الحرارة لنفس الأيام ولنفس المحطات يتضح أن درجات الحرارة تأخذ بالتزايد

السريع والواضح بدءاً من شروق الشمس وحتى الساعة الثانية عشر ظهراً ليتراوح معدل التزايد بجميع المحطات من ٣-٥°م/ساعة.

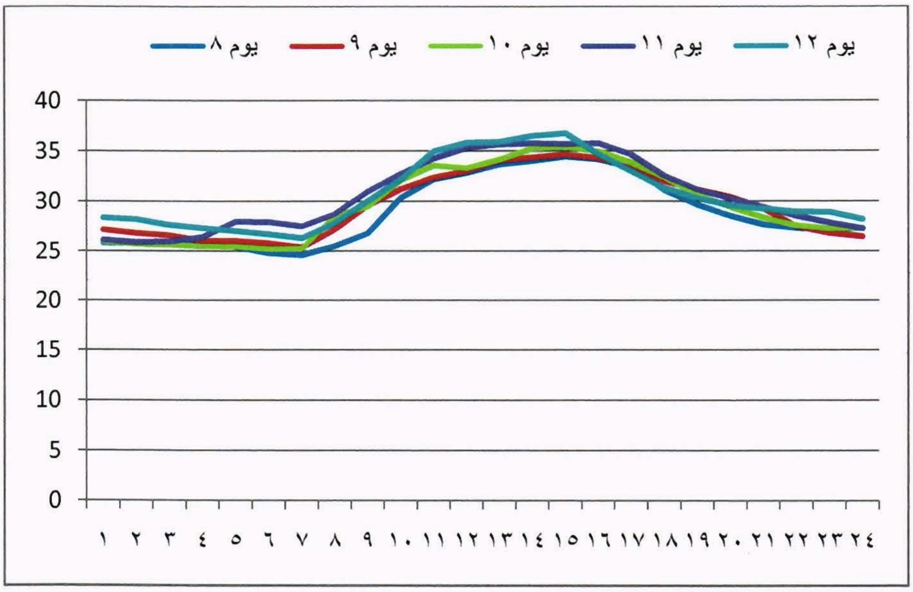
هذا واتخذت جميع المحطات نفس السيناريو اليومي لدرجة الحرارة بجميع الأيام فيما عدا يوم ١١ بمحطتي النوارية والشرائع والتي اختلف بها درجة الحرارة في الساعات من ٤.٥ وحتى ٦ صباحاً، حيث أخذت درجة الحرارة بالارتفاع في تلك الفترة بالمحطتين إلى أن وصلت على أقصى ارتفاع لها بالفترة ذاتها عند الساعة الخامسة والخامسة والنصف، ثم اتجهت درجة الحرارة للانخفاض مرة أخرى.

وتباينت درجات الحرارة العظمى اليومية من محطة لأخرى ومن يوم لآخر في نفس المحطة الواحدة و لم يتفق سوى محطتي النوارية والليث في تسجيل درجة الحرارة العظمى اليومية لأيام الحج في ساعة واحدة، فسجل بمحطة الليث درجة الحرارة العظمى في الساعة ١٥ بجميع الأيام، وسُجلت بمحطة النوارية في الساعة ١٤ بجميع الأيام. وسُجلت درجة الحرارة العظمى بالساعة ١٥ بأيام ٨ و٩ و١٠ و١٢، وفي الساعة ١٦ في يوم ١١. وفي محطة الشرائع جاء في يومي ٨ و٩ درجة الحرارة العظمى في الساعة ١٥، بينما سجلت عند الساعة ١٦ في يومي ١٠ و١١. وفي العابدية سُجل بالأيام الثلاثة الأولى (٨-١٠ ذو الحجة) وفي يوم ١١ سجلت درجة الحرارة العظمى الساعة ١٥. وفي محطة عرفات سُجلت درجة الحرارة العظمى ليوم ٨ في الساعة ١٦، والأيام (٩ و١٠ و١١ و١٢) في الساعة ١٥.

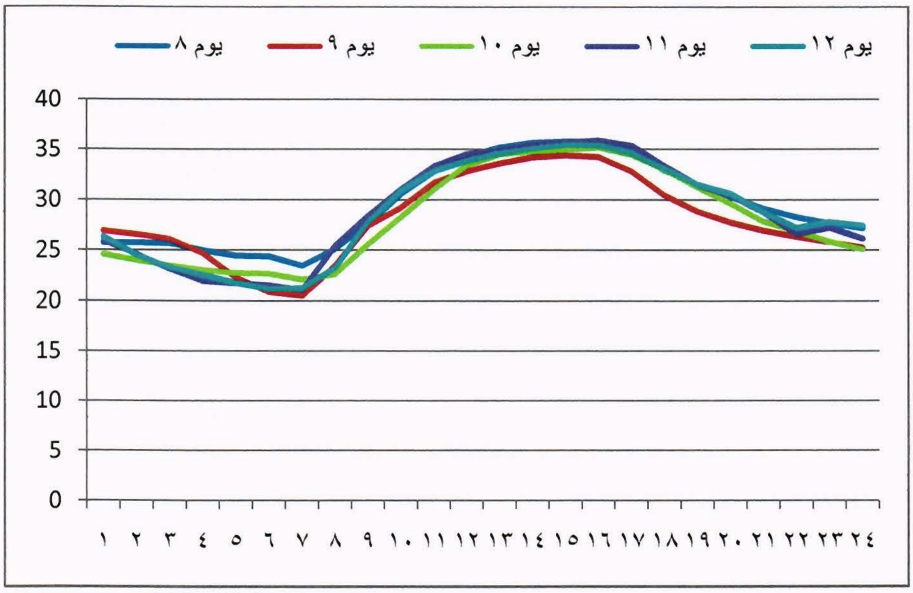
جاءت أدنى درجة حرارة (درجة الحرارة الصغرى اليومية) في جميع الأيام في كافة المحطات قبل شروق الشمس مباشرة في الساعتين السادسة أو السابعة صباحاً، حيث سُجلت في محطتي عرفات والنوارية بجميع الأيام في الساعة السابعة، وفي محطة العزيزية سُجلت يوم ١٠ في الساعة السادسة بينما سُجلت في الأيام ٨ و٩ و١١ و١٢ في الساعة السابعة. وفي محطة الشرائع سُجلت في الأيام ٨ و٩ و١٠ في الساعة السادسة، ويوم ١١ في الساعة السابعة، ويوم ١٢ في الساعة الخامسة صباحاً. وفي محطة العابدية سُجلت في لأيام ٨ و٩ و١٠ و١٢ في الساعة السابعة، وفي يوم ١١ في الساعة السادسة. وفي محطة الليث سُجلت في يوم ٨ و١٢ في الساعة السادسة وفي يوم ٩ في الساعة الخامسة صباحاً وفي يومي ١٠ و١١ في الساعة السابعة صباحاً.

بلغت أعلى درجة حرارة مسجلة في الأيام الخمس ٢٦.٨°م وذلك يومي ١١ في محطة النوارية ويوم ١٢ بمحطة العزيزية، ومن الملفت للانتباه أن محطة النوارية سُجل بها أعلى درجة حرارة بالأيام الأربعة الأولى إذ بلغت ٣٦.٣ و٣٤.٨ و٣٥.٨ و٣٦.٨°م على الترتيب لأيام ٨ و٩ و١٠ و١١، في حين أن يوم ١٢ سُجل به أعلى درجة حرارة بمقدار ٣٦.٨°م في محطة العزيزية، هذا ولم تزد أعلى درجة حرارة بعرفات عن ٣٦°م، إذ بلغت ٣٥.٨ و٣٤.٤٣ و٣٤.٩٩ و٣٥.٧٤ و٣٥.٤٥°م لأيام ٨ و٩ و١٠ و١١ و١٢ على الترتيب.

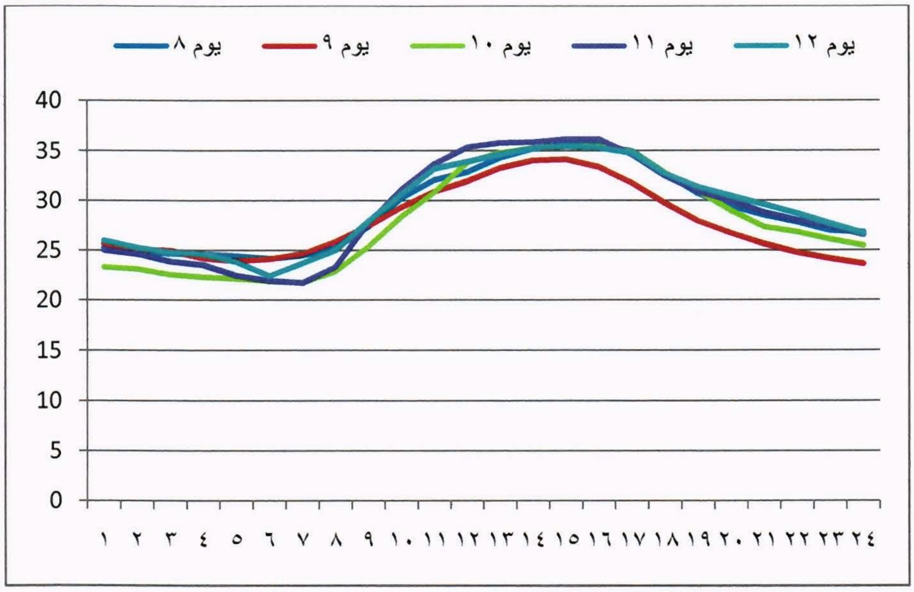
تراوحت أدنى درجة حرارة خلال الأيام من ٢٠.٠٥-٢١.٠٥°م بمحطات الدراسة، ومن الملفت للانتباه أن أدنى درجة حرارة خلال الأيام المختلفة تعاقب تسجيلها فيما بين محطتي الشرائع وعرفات، فجاء في يوم ٨ أدنى درجة حرارة بمقدار ٢١.١°م في محطة الشرائع، وفي يوم ٩ جاءت أدنى درجة حرارة في محطة عرفات بمقدار ٢٠.٥١°م وهو يوم وقفة عرفه وهي رحمات من الله عز وجل في يوم الحج ليبدأ اليوم بدرجة حرارة منخفضة ويستمر في هذا الشكل كأدنى درجات حرارة بمدينة مكة المكرمة على الرغم من الازدحام المروري والكثافة البشرية التي لا يوجد لها مثيل في أي منطقة على سطح الكرة الأرضية. ثم يتبدل الوضع في اليوم التالي فسجل بالشرائع أدنى درجة حرارة ثم عرفات في اليوم الذي يليه.



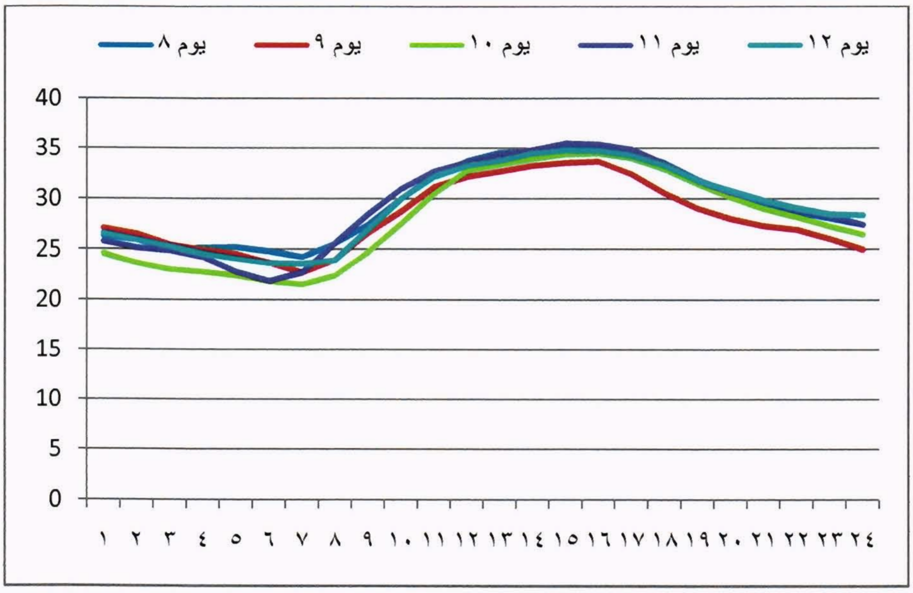

**شكل (٥-٤) المسار اليومي لدرجة الحرارة في محطة العزيزية لأيام موسم حج ١٤٣٢هـ**



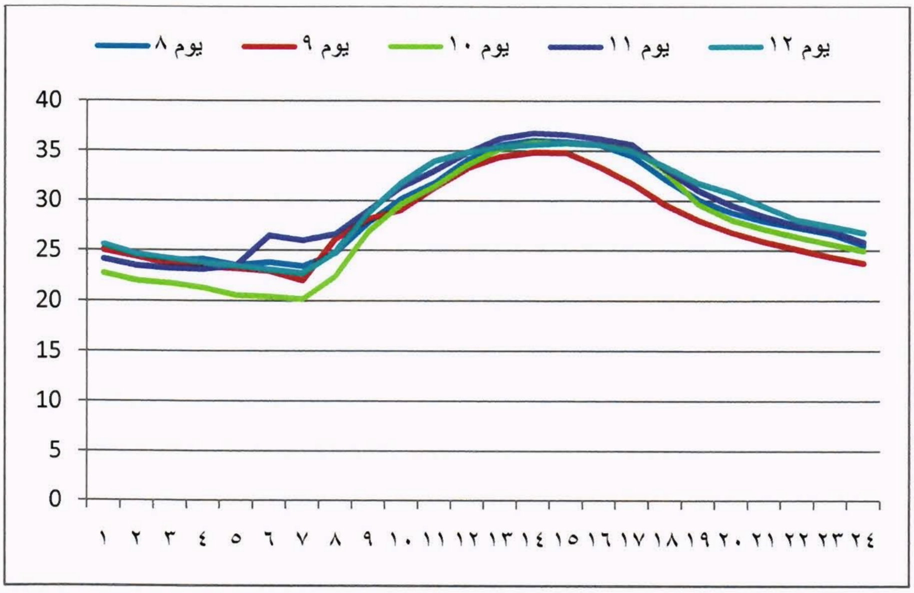

**شكل (٥-٥) المسار اليومي لدرجة الحرارة في محطة عرفات لأيام موسم حج ١٤٣٢هـ**



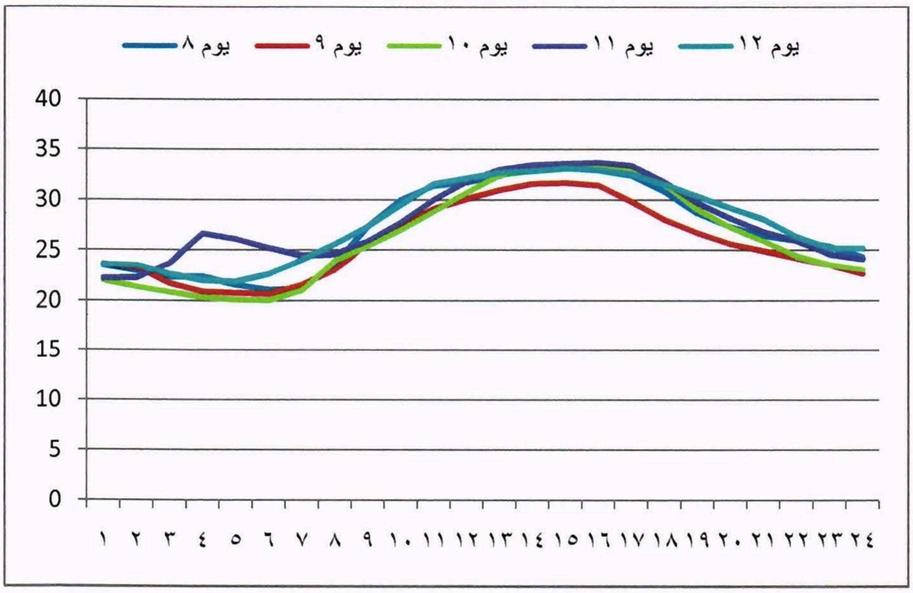

**شكل (٥-٦) المسار اليومي لدرجة الحرارة في محطة الليث لأيام موسم حج ١٤٣٢هـ**




**شكل (٥-٧) المسار اليومي لدرجة الحرارة في محطة العابدية لأيام موسم حج ١٤٣٢هـ**




**شكل (٥-٨) المسار اليومي لدرجة الحرارة في محطة النوارية لأيام موسم حج ١٤٣٢هـ**



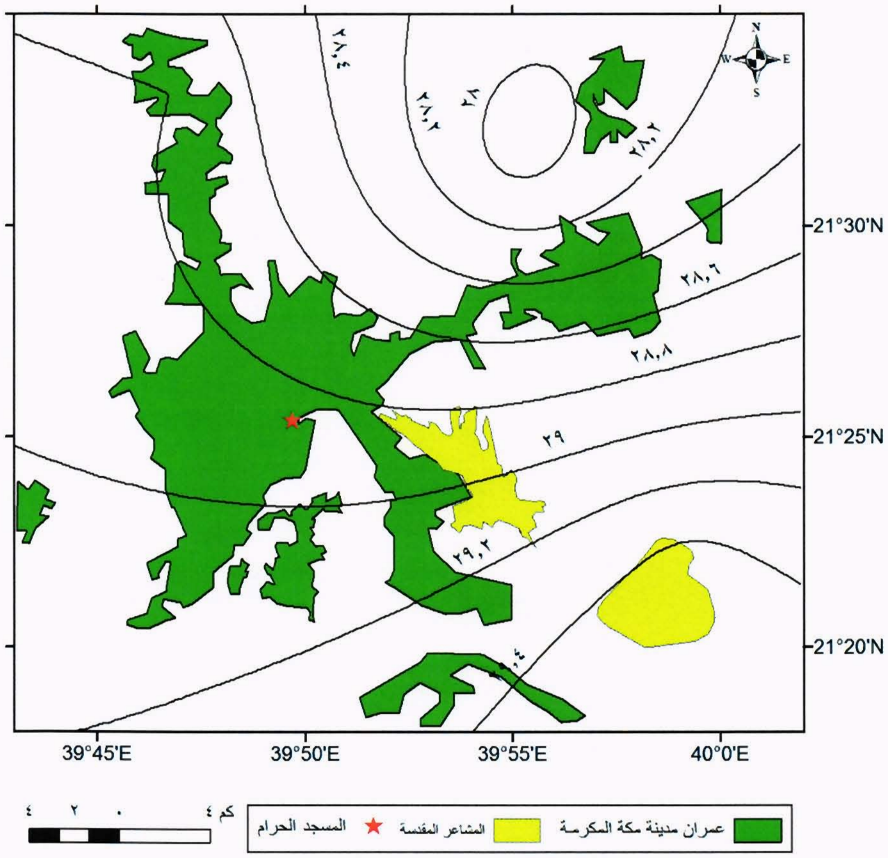

**شكل (٥-٩) المسار اليومي لدرجة الحرارة في محطة الشرائع لأيام موسم حج ١٤٣٢هـ**

## (٥-٤-٢) توزيع درجات الحرارة في أيام حج ١٤٣٢هـ:

يعد التوزيع الأفقي لدرجة الحرارة في مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة لأيام الحج انعكاس تقريبي للعوامل المؤثرة والسابقة الذكر في الفصل الثاني من الرسالة، خاصة حركات الحجاج والمصاحب لها الكثافة المرورية المرتفعة وما ينبعث عنها من عوادم وأبخرة متصاعدة في الغلاف الجوي لمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة، وتُظهر الأشكال (٥-١٠، ٥-١١، ٥-١٢، ٥-١٣، ٥-١٤) توزيع درجات الحرارة في مدينة مكة المكرمة بكل يوم من أيام الحج بدءاً من يوم التروية (٨ ذو الحجة) وحتى يوم ١٢ (ثالث أيام التشريق)، وأهم صفة توزيعية لدرجة الحرارة هو تكون جزيرة حرارية واضحة المعالم أيام ٩ و١٠ و١١ و١٢ تغطي منطقة الحرم المكي والأحياء المحيطة به ومنطقة منى والجامعة والنسيم والهجرة وبطحاء قريش والكعكية، وإن اختلفت درجات الحرارة في مركز الجزيرة وعلى أطرافها من يوم لآخر.

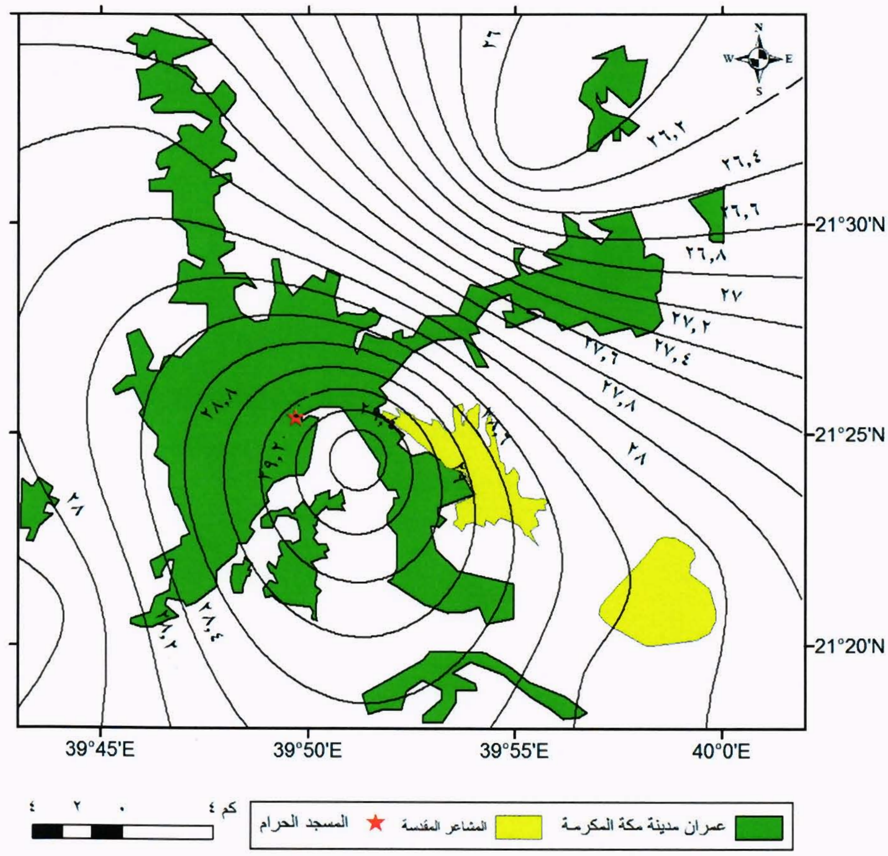
فمن خلال شكل رقم (٥-١٠) والموضح لتوزيع درجة الحرارة يوم ٨ يلاحظ أن أعلى درجة حرارة تقع في جنوب غرب منطقة الدراسة في منطقة عرفات والمحددة بخط تساوي ٢٩.٤°م ليضم بداخلة منطقة عرفات من المشاعر المقدسة، وتأخذ درجة الحرارة بالانخفاض بالاتجاه نحو

الشمال لتنخفض إلى أدنى قيمة في شمال شرق منطقة الدراسة بأحياء الشرائع وشرائع المجاهدين. هذا وتتراوح درجة الحرارة في منطقة الحرم المكي والمشاعر المقدسة (منى ومزدلفة) من ٢٨.٨-٢٩.٢°م.




**شكل (٥-١٠) توزيع درجة الحرارة في مكة المكرمة والمشاعر المقدسة يوم ١٤٣٢/١٢/٨هـ**

وبالانتقال من يوم ٨ إلى يوم ٩ اختلف توزيع درجة الحرارة اختلافاً كلياً وجذرياً حيث تتكون جزيرة حرارية تغطي معظم الكتلة الهوائية للمدينة خاصة المحيطة بالحرم المكي وأحياء النسيم والجامعة والهجرة وبطحاء قريش، وتصل درجة الحرارة في مركز الجزيرة إلى ٢٩.٦°م حول محطة العزيزية ويحددها من الخارج خط تساوي ٢٨.٦°م، ومن الملفت للانتباه أن درجة الحرارة في منطقة عرفات تنخفض عن هذا بكثير إذ تتراوح درجة الحرارة بها من ٢٨-٢٨.٢°م. وتأخذ درجات الحرارة بالانخفاض الواضح بالاتجاه نحو الشمال الشرقي بمنطقة الدراسة حيث تتقارب خطوط التساوي على أحياء الخضراء والراشدية والشرائع وشرائع المجاهدين.

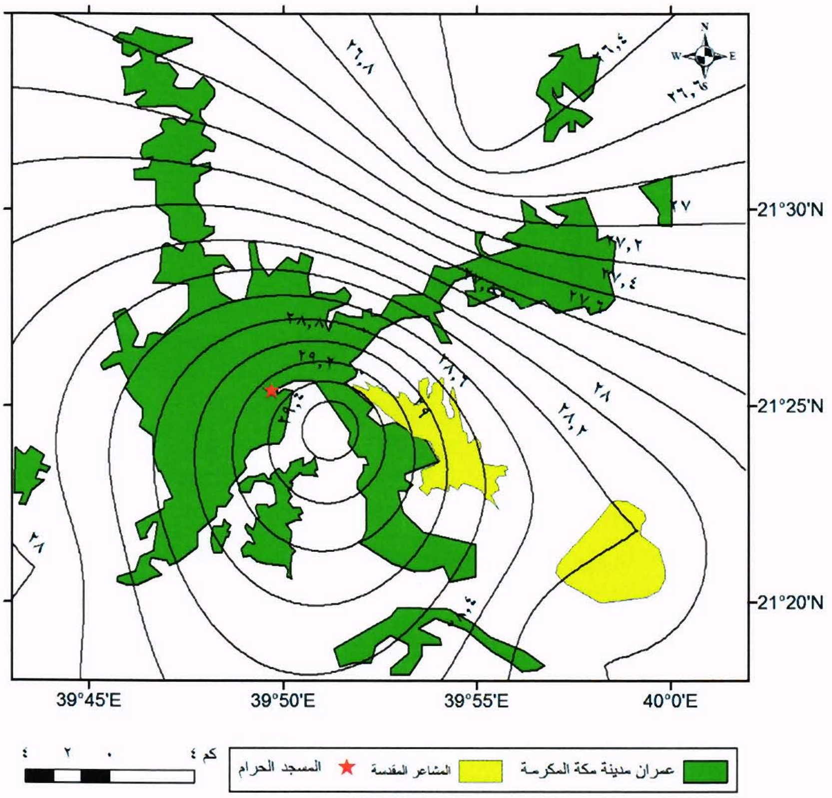



**شكل (٥-١١) توزيع درجة الحرارة في مكة المكرمة والمشاعر المقدسة يوم ١٤٣٢/١٢/٩هـ**

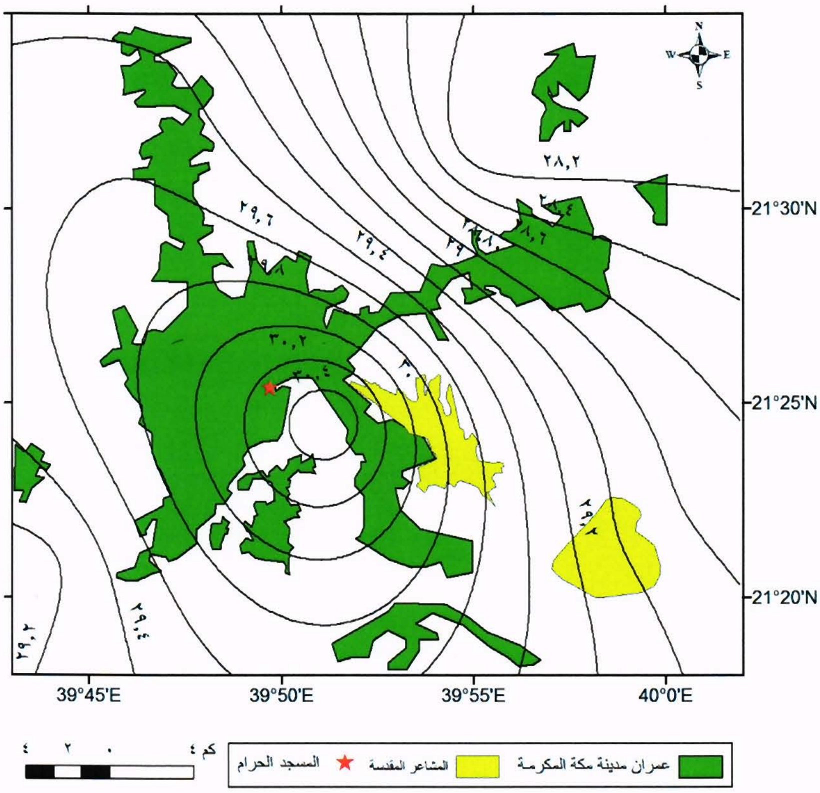
وفي يوم ١٤٢٣/١٢/١٠هـ تستمر نفس الصورة التوزيعية لخطوط التساوي على منطقة الدراسة، وإن اختلفت في شيء واحد وهو تزايدها في منطقة عرفات بمعدل ٠.٢°م، ومن خلال شكل رقم (٥-١٢) يظهر امتداد الجزيرة الحرارية على معظم الكتلة العمرانية خاصة على الأحياء المركزية المحيطة بالحرم المكي ومنطقة الحرم المكي ومنطقتي منى ومزدلفة وأحياء النسيم والجامعة والهجرة وبطحاء قريش والكعكية، ويحدد هذه الجزيرة خط تساوي ٢٨.٦°م وتصل درجة الحرارة في مركز الجزيرة إلى ٢٩.٦°م حول محطة العزيزية بفارق ١°م عن حدودها الخارجية.

ومن خلال شكلي رقم (٥-١٣،٥-١٤) والموضح لتوزيع درجة الحرارة في يوم ١١-١٤٣٢/١٢/١٢هـ يظهر زيادة مساحة الجزيرة الحرارية وامتدادها نحو الشمال الغربي لتغطي أحياء أخرى لم تكن تشغلها من قبل وتزيد درجة الحرارة في مركز الجزيرة بمقدار ١°م عن المركز في اليوم السابق، إذ بلغت درجة الحرارة في مركز الجزيرة ٣٠.٤°م حول محطة العزيزية، ويحدد الجزيرة

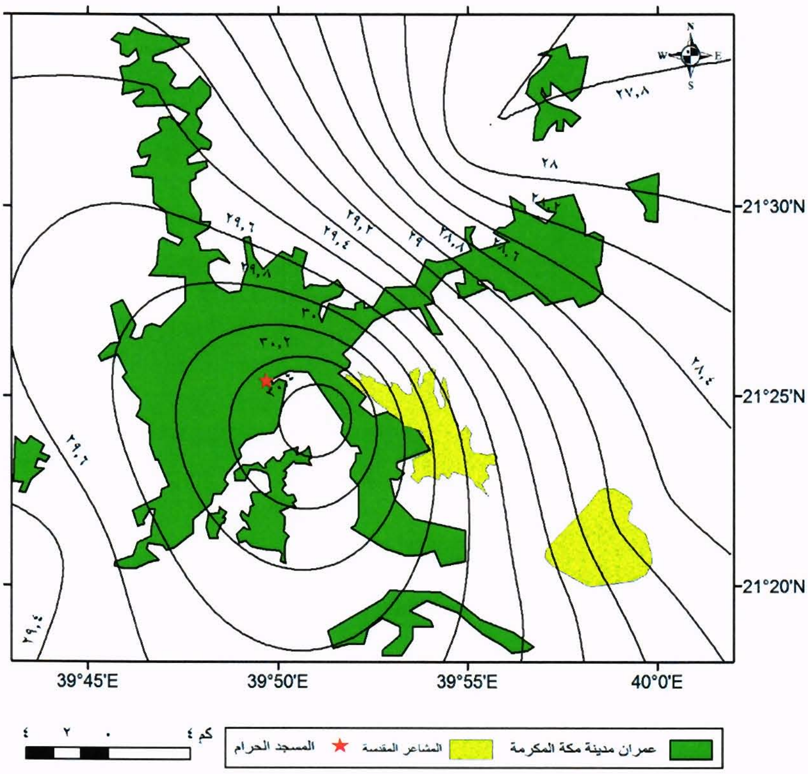
الحرارية من الخارج خط تساوي ٢٩.٦°م، وتغطي الأحياء المركزية حول الحرم المكي ومنطقتي منى ومزدلفة والجامعة والنسيم والهجرة وبطحاء قريش والكعكية، والأحياء التي غطتها الجزيرة في اليومين هي العدل وجبل النور ووادي جليل والتنعيم والعوالي والأجزاء الشرقية لأحياء البحيرات والسلامة والحمراء والملك فهد والشمالية الشرقية لمخطط ولي العهد ويرجع ذلك إلى أن هذا اليوم هو يوم النزول للمتعجلين والخروج من مكة والذي صاحبة زيادة المساحة التي تتحرك فيها وسائل النقل المختلفة للخروج من مكة فارتبط بها زيادة مساحة الجزيرة في أحياء أخرى عن اليومين السابقين.




**شكل (٥-١٢) توزيع درجة الحرارة في مكة المكرمة والمشاعر المقدسة يوم ١٤٣٢/١٢/١٠هـ**




شكل (٥-١٣) توزيع درجة الحرارة في مكة المكرمة والمشاعر المقدسة يوم ١٤٣٢/١٢/١١هـ




شكل (٥-١٤) توزيع درجة الحرارة في مكة المكرمة والمشاعر المقدسة يوم ١٤٣٢/١٢/١٢هـ

# الفصل السادس

# النتائج والتوصيات

(٦-١) النتائج

(٦-٢) التوصيات

## النتائج والتوصيات

عنيت الدراسة بتناول درجة الحرارة في مدينة مكة المكرمة دراسة في المناخ الحضري، وخرجت بالعديد من النتائج والتوصيات التي يمكن أن تخدم الجهات التنفيذية والتخطيطية عند وضع الخطط المستقبلية لمكة المكرمة، كما يمكن أن تساهم في وضع الأطر العامة للراحة المناخية لحجاج بيت الله الحرام والمعتمرين والسكان.

وأهم النتائج والتوصيات التي توصلت إليها الدراسة هي:

### (٦-١) النتائج

- ظهر من الدراسة تداخل مجموعة من العوامل الطبيعية والبشرية والتي أعطت سمات خاصة لمناخ مدينة مكة المكرمة، فموقع مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة جنوب مدار السرطان فيما بين دائرتي عرض ١٥′ ٢١° و ٣٥′ ٢١° شمالاً جعل دوائر العرض عاملاً يتحكم في زوايا سقوط الأشعة الشمسية على المدينة حيث تتعرض لسقوط الأشعة الشمسية بشكل عمودي وشبه عمودي خلال أيام الصيف ومائلة ميلاً خفيفاً خلال الاعتدالين (شبه عمودية)، في حين تسقط الأشعة الشمسية مائلة خلال شهور الشتاء.

  هذا وتتعامد الأشعة الشمسية على مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة خلال فترتين بشهور الصيف، الفترة الأولى: مع حركة الشمس الظاهرية نحو الشمال إذ تتعامد الأشعة الشمسية في يومي ٣٠ و٣١ مايو على المدينة ثم تستمر حركة الشمس الظاهرية نحو الشمال حتى تصل إلى مدار السرطان يوم ٢١ يونيو (بداية الانقلاب الصيفي الشمالي). والفترة الثانية: مع حركة الشمس الظاهرية نحو الجنوب من مدار السرطان إلى خط الاستواء حيث تتعامد الأشعة الشمسية خلال أيام ٦ ، ٧ ، ٨ يوليو على مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة.

- ظهر من الدراسة التأثير المحدود للبحر الأحمر في درجة حرارة مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة ويرجع ذلك إلى سببين، الأول: المسافة الفاصلة بين ساحل البحر ومنطقة الدراسة

والتي تبلغ ٦٥كم. والثاني: هو امتداد بعض المرتفعات الجبلية الفاصلة بين مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة وساحل البحر والتي تمنع المؤثرات البحرية من الوصول إليها.

- أظهرت النتائج الإحصائية عن علاقة طردية بين الإشعاع الشمسي ودرجة الحرارة بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة، إذ بلغ متوسط الارتباط في المدينة ٠.٦ عند مستوى معنوي ٩٩% ، وبلغ قيمة الارتباط في محطات العزيزية وعرفات والليث ٠.٢٣ ، ٠.٧٨ ، ٠.٧٩ على الترتيب.

- اسفرت دراسة التوزيع الزماني والمكاني للإشعاع الشمسي في مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة أن المعدل السنوي للإشعاع الشمسي بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة يبلغ ٢٢٨.٥ واط/م٢، وتباين هذا المعدل من محطة لأخرى، إذ سجل أعلى معدل سنوي في عرفات بمقدار ٢٤٠ واط/م٢، ثم في الليث بمعدل ٢٣٦.٧ واط/م٢، ثم العزيزية بمعدل ٢٠٨.٨ واط/م٢، وأرتبط ذلك بموقع كل محطة والعوامل المؤثرة في مقدار الإشعاع الشمسي الواردة إلى سطح الأرض، فمحطتي عرفات والليث تقعان في جنوب منطقة الدراسة والعزيزية تقع في منتصف المنطقة.

وسجلت شهور مايو، يونيو، يوليو أعلى معدلات شهرية للإشعاع الشمسي في محطات عرفات والليث والعزيزية وإن اختلفت القمة الشهرية الإشعاع الشمسي من محطة لأخرى، ففي العزيزية سجل بشهر يوليو أعلى معدل للإشعاع الشمسي بمقدار ٢٧٠ واط/م٢، وتميزت شهور الشتاء بتسجيل أدنى معدلات للإشعاع الشمسي بمدينة مكة المكرمة.

- من خلال الدراسة تبين التأثير الضعيف للرياح في درجة حرارة مدينة مكة المكرمة، وظهر ذلك جلياً من قيم الارتباط بين اتجاه وسرعة الرياح ودرجة الحرارة بالمحطات، فالارتباطات ضعيفة وغير معنوية، وبذلك فالرياح ضعيفة التأثير في درجة الحرارة داخل المدينة ولكنها مؤثرة في درجة الحرارة بأطراف المدينة .

- أظهرت الدراسة سيادة الرياح الشمالية في محطة مكة خلال الفترة من ١٩٧٠ -٢٠٠٠م إذ بلغ نسبة تكرارها السنوي ٣٠.٩% من جملة اتجاهات الرياح، ثم الرياح الجنوبية بمعدل سنوي ١٢.٢% ، ثم الجنوبية الغربية بمعدل ١١.٧%، وانخفض نسب هبوب الشرقيات

والغربيات حيث تتراوح نسبة الشرقيات من ٠.٢-١.٦% في حين تتراوح نسب الغربيات من ٦.٦-١٩.٧% من جملة نسب هبوب الرياح.

- أظهرت العلاقة الإحصائية بين المعدلات الشهرية للرطوبة النسبية ودرجة الحرارة عن وجود علاقة عكسية في مدينة مكة المكرمة بمقدار -٠.٨٥.
- نتج من دراسة المعدلات الشهرية والسنوية للرطوبة النسبية بمكة المكرمة والمشاعر المقدسة أن المعدل السنوي للرطوبة النسبية في مكة المكرمة بلغت ٤٢.٤%، وتباين هذا المعدل من محطة لأخرى إذ بلغ أعلى معدل في محطة مكة المكرمة ٤٦.٤%، وفي الليث ٤٤.٣%، والشرائع ٤٤.٢%، والعزيزية ٤٠.١%، وعرفات ٣٧.٢%.

وأختلف التوزيع المكاني للرطوبة النسبية خلال شهور السنة ففي شهر يناير سجل أعلى معدل للرطوبة النسبية بمحطة الشرائع بمقدار ٥٩.٨%، وسجل أدنى معدل للرطوبة النسبية في عرفات بمقدار ٥٤.٨%، وتلك هي السمة التوزيعية خلال شهور فبراير ومارس ونوفمبر وديسمبر . وسجل في شهر إبريل أعلى رطوبة نسبية في محطة مكة بمقدار ٤٣%، وأدنى رطوبة نسبية في محطة العزيزية بمقدار ٣٤.٥%.

- تميزت مدينة مكة المكرمة بارتفاع درجة الحرارة معظم أيام السنة، حيث بلغت نسبة تكرار المتوسطات اليومية لدرجات الحرارة المتراوحة من ٣٠-٤٠°م في مدينة مكة المكرمة إلى أكثر من ٥٠% من إجمالي أيام الدراسة، كما زادت نسبة تكرار المتوسطات اليومية المتراوحة من ٢٥-٤٠°م إلى أكثر من ٨٠% من إجمالي عدد أيام الدراسة، وبلغت نسبة تكرار المتوسطات اليومية لدرجات الحرارة الأقل من ٢٠°م نحو ١.٠٢% من إجمالي عدد أيام الدراسة.
- ظهر من الدراسة تباين نسب فئات درجات الحرارة من محطة لأخرى، فنسبة تكرار المتوسطات اليومية لدرجة الحرارة من ٣٠-٤٠°م، وبلغت في العزيزية ٦٤.٠%، وفي الليث ٦٢.٦٥%، وفي عرفات ٥٣.٨١%، وفي الشرائع ٥١.٢٥%. كما تراوحت درجة الحرارة من ٢٥-٤٠°م في ثلاثة أرباع أيام الدراسة بجميع المحطات حيث بلغت نسب تكرار المتوسطات اليومية لدرجات الحرارة المتراوحة من ٢٥-٤٠°م في العزيزية إلى ٨٨.٦%، وفي الليث ٨٦.١٦%، وفي عرفات ٨١.٢٢%، وفي الشرائع ٧٥.٥١%.

- سجلت نسبة الأيام التي انخفض بها درجة الحرارة عن ٢٠°م، والأيام التي زادت بها درجة الحرارة عن ٤٠°م أدنى نسبة من إجمالي عدد أيام الدراسة، إذ لم تزيد عن ١% من جملة أيام الدراسة، واتسمت عدد الأيام التي سُجل بها درجة حرارة أكثر من ٤٠°م بأنها أقل الأيام عدداً في جميع المحطات، إذ بلغت نسبتها في محطات العزيزية والليث وعرفات والشرائع ٠.٥٣ ، ٠.٠٠٣ ، ٠.٢ ، ٠.٠٠٣% على الترتيب من إجمالي أيام الدراسة، وتلاها في ذلك الأيام التي انخفضت بها درجة الحرارة عن ٢٠°م إذ بلغت في العزيزية ٠.٥٣%، وفي الليث ٠.٣٥%، وفي عرفات ٠.٥٨%، وفي الشرائع ٢.٦%.
- ظهر من الدراسة أن المعدل السنوي لدرجة الحرارة في مدينة مكة المكرمة ٣١.٢°م، ويتباين هذا المعدل من منطقة لأخرى ومن حي لآخر بالمدينة حيث أرتفع المعدل في محطة العزيزية عن المعدل السنوي للمدينة وبلغت ٣٢.٧، وانخفض المعدل في الشرائع بشكل واضح عن المعدل السنوي للمدينة فبلغ مقدار الانخفاض ١.٥٢°م، ويستنتج من ذلك ارتفاع المعدل السنوي لدرجة الحرارة في الأجزاء الوسطى والجنوبية والغربية للمدينة عن الأجزاء الشمالية بمقدار يزيد عن ٢°م.
- اختلف التوزيع المكاني لدرجة الحرارة في مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة وتركزت أعلى درجات حرارة سنوية حول محطة العزيزية في أحياء العزيزية والنسيم والهجرة والمنطقة المركزية حول الحرم المكي، وتكونت جزيرة حرارية تركز مركزها حول محطة العزيزية وارتفع بها المعدل السنوي لدرجة الحرارة عن ٣١.٨°م. وأظهرت دراسة التوزيع الشهري لدرجة الحرارة في مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة عن تكون جزيرة حرارية واضحة المعالم على المنطقة المركزية المحيطة بالحرم المكي وعلى أحياء العزيزية وبطحاء قريش والنسيم والهجرة في شهور ديسمبر وفبراير ومارس وأبريل ويوليو وأكتوبر ونوفمبر، وإن أختلف مساحة هذه الجزيرة من شهر لآخر، فأكبرها مساحة الجزيرة التي تكونت في شهر أكتوبر وأقلها مساحة جزيرة شهر فبراير. تُعد الأجزاء الشمالية هي أدنى مناطق المدينة في درجات الحرارة خلال فصول السنة الأربعة، حيث بلغ المعدل الفصلي في محطة الشرائع (الممثلة للأجزاء الشمالية للمدينة) لفصل الشتاء ٢٣.٢°م، والربيع ٣٠.١°م، والصيف ٣٤.٥°م، والخريف ٣٠.٤°م.

- أتسم فصل الصيف بارتفاع درجة الحرارة بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة عن فصل الشتاء بمقدار ١١.٦°م، إذ بلغ معدل درجة الحرارة في فصل الصيف لمدينة مكة المكرمة ٣٦°م، في حين أن معدل درجة الحرارة للشتاء بلغ ٢٤.٤°م. وتقاربت المعدلات الفصلية للإعتدالين بشكل واضح جداً إذ بلغ معدل درجة الحرارة في فصلي الربيع والخريف ٣٢.٣ ، ٣١.٧°م.
- بينت الدراسة أن المعدل السنوي لدرجة الحرارة العظمى لمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة بلغ ٣٧.٢°م، وتميزت أشهر الصيف وشهري أغسطس وسبتمبر من الخريف بارتفاع معدل درجة الحرارة العظمى لكل منهما عن معدل المدينة. وسجل شهر يونيو أعلى معدل لدرجة الحرارة العظمى من بين شهور السنة بمقدار ٤٢.٩°م، في حين سجل شهر يناير أدنى معدل لدرجة الحرارة العظمى بمقدار ٢٩.٦°م، وتميزت أشهر الشتاء والربيع بانخفاض معدلها عن المعدل العام للمدينة
- ظهر من الدراسة أن المعدل السنوي لدرجة الحرارة الصغرى في مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة يبلغ ٢٤.١°م، واختلف هذا المعدل من محطة لأخرى فسجلت محطة مكة أعلى معدل سنوي (٢٥.٨°م)، وجاء بعدها في الترتيب محطة الليث بمعدل (٢٥.١°م)، ثم العزيزية وعرفات بمعدلي (٢٤.١-٢٣.٨°م)، وسجلت الشرائع أدنى معدل سنوي بالمدينة (٢١.٨°م).
- توصلت الدراسة إلى أن شهور السنة اختلفت فيما بينها في معدل درجة الحرارة الصغرى بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة حيث سجل شهر أغسطس أعلى معدل لدرجة الحرارة الصغرى بالمدينة وبلغ ٢٩.٩°م، وهي قيمة متأخرة لكونها تسجل في آخر شهر من شهور الصيف، وتراوح المعدل الشهري لدرجة الحرارة الصغرى لشهور الصيف بمدينة مكة المكرمة من ٢٧.٨-٢٩.٩°م بفارق ٢.١°م بين المحطات، ويدل هذا على تباين درجات الحرارة الصغرى بين المحطات خلال شهور الصيف.
- اختلف معدل درجة الحرارة الصغرى من شهر لآخر في المحطة الواحدة ومن محطة لأخرى في نفس الشهر بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة، حيث سُجل بمحطة الليث أعلى معدل

شهري لدرجة الحرارة الصغرى خلال شهر يوليو بمقدار ٢٩.٩°م، في حين سجلت محطة الشرائع أدنى معدل شهري خلال شهر ديسمبر بمقدار ١٦.٢°م.

هذا و لم ينخفض المعدل السنوي لدرجات الحرارة الصغرى في مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة في أي محطة من المحطات عن ٢١.٨°م وهو أدنى معدل سُجل في محطة الشرائع، هذا وبلغ المعدل العام للمدينة ٢٤.١°م، وتُظهر لنا هذه الأرقام الارتفاع الواضح في درجات الحرارة الصغرى بمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة.

- أتضح من الدراسة كبر المدى الحراري السنوي بجميع المحطات إذ لم ينخفض عن ٢٣°م ويتفق هذا مع طبيعة المدى الحراري الكبير في المناطق الصحراوية، ويختلف المدى السنوي من محطة لأخرى وسجل أعلاها في محطة عرفات بمقدار ٢٦.١°م، في حين سُجل بمحطة الليث أدنى مدى سنوي بمقدار ٢٣.٢°م، وبلغ في محطة مكة والعزيزية والشرائع ٢٥.١ ، ٢٥.٢ ، ٢٣.٩°م على الترتيب.
- خلصت الدراسة إلى أن مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة تتسم بمدى حراري شهري وسنوي كبير إذ لم ينخفض المدى الحراري في أي شهر من شهور السنة عن ١٠.١°م بجميع محطات الدراسة، ويرجع ذلك إلى موقع المدينة والمشاعر المقدسة في المنطقة الجافة وبعدها عن البحر الأحمر إضافة إلى الجبال الفاصلة بين منطقة الدراسة والتأثيرات البحرية.

وشهور الشتاء هي أدنى شهور السنة في المدى الحراري الشهري، إذ لم يزد المدى الحراري بأي من المحطات المختلفة عن ١٤°م، كما تميزت شهور الصيف بارتفاع المدى الحراري بجميع الأحياء إذ لم ينخفض المدى الشهري لدرجة الحرارة عن ١٢°م، وتراوح المدى الحراري في شهور الربيع والخريف بجميع المحطات من ١١.٩-١٥.٤°م. ويُظهر ذلك الارتفاع الواضح والشديد في المدى الحراري بجميع أحياء المدينة والمشاعر المقدسة الناجم عن ارتفاع معدلات درجات الحرارة العظمى المسجلة أثناء النهار. وسُجل في أشهر الصيف أعلى مدى شهري بمنطقة الدراسة في الشرائع حيث بلغ المدى في شهور يونيو ويوليو وأغسطس ١٧ ، ١٦ ، ١٤.٩°م على الترتيب

- من خلال الدراسة تبين أن أقصى درجة حرارة في كافة المحطات لم تنخفض عن ٣٣.٥°م والمسجلة في محطة الشرائع يوم ٢٠٠٦/١/٢٥م، هذا و لم تزد أقصى درجة حرارة عن ٥٠°م

بأي من المحطات المختلفة، إذ سُجل أعلى درجة حرارة في محطتي عرفات ومكة بمقدار ٤٩.٨°م يوم ٢٠١٠/٧/٩م، ويستنتج من ذلك الارتفاع الواضح في درجة الحرارة خلال ساعات النهار والمسجل بها أقصى درجات حرارة بالمحطات المختلفة.

- ظهر من الدراسة أن أدنى درجة حرارة بمدينة مكة المكرمة لم تنخفض عن ١٠°م حيث سُجلت هذه القيمة كأدنى درجة حرارة في محطة مكة في يوم ١٩٩٣/٢/٦م، وبلغت أعلى قيمة لأدنى درجة حرارة ٢٧.٥٥°م بمحطة العزيزية يوم ٢٠١٠/٧/٢٩م. هذا واختلف أدنى درجة حرارة من شهر لآخر بالمحطة الواحدة ومن محطة لأخرى، ولكن يلاحظ أن شهور الربيع لم تنخفض بها أدنى درجة حرارة عن ١٢°م، إذ سُجل اقل قيمة بها بشهر مارس بمحطة الشرائع بمقدار ١٢.٤°م، و لم تنخفض أدنى درجة حرارة لشهور الصيف عن ٢٠°م إذ سُجل بمحطة عرفات بشهر أغسطس اقل قيمة بمقدار ٢٠.٧٩°م، وفي شهور الخريف لم تنخفض أدنى درجة حرارة عن ١٦°م إذ سُجل بشهر نوفمبر بمحطة مكة أدنى درجة حرارة خلال الخريف بمقدار ١٦.٤°م.
- ظهر من الدراسة أن المعدل اليومي لدرجات الحرارة لمواسم الحج من ٢٠٠٣-٢٠١٠م في محطة عرفات هو أعلى المعدلات في معظم الأيام، إذ لم ينخفض المعدل اليومي عن ٢٤.٧°م، كما أن محطة الشرائع هي أدنى المحطات في المعدلات اليومية لدرجة الحرارة خلال أيام الحج إذ لم يزد المعدل اليومي عن ٢٣.٢°م بجميع الأيام المختلفة
- أسفرت الدراسة عن أن متوسط درجات الحرارة العظمى في أيام الحج لمواسم الحج من ٢٠٠٣-٢٠١٠م لم تزيد عن ٣٢°م، بل أن متوسط درجة الحرارة في يوم وقفة عرفة تراوح المتوسط من ٢٧.٢-٣١.٥°م، ويشير ذلك إلى الاعتدال الحراري النسبي في درجات الحرارة العظمى بمكة المكرمة والمشاعر المقدسة خلال موسم الحج.
- تبين من الدراسة أن المتوسط اليومي لدرجة الحرارة الصغرى لأيام الحج للمواسم من ٢٠٠٣-٢٠١٠م لم ينخفض عن ١٧°م، وهو أقل متوسط لدرجة الحرارة الصغرى في مدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة والمسُجل بمحطة الشرائع يوم ٩ ذو الحجة، هذا و لم ينخفض المتوسط اليومي لدرجة الحرارة الصغرى بمحطات عرفات والعزيزية والليث عن ١٨.٧ و١٨.٣ و٢٠.١°م على الترتيب.

- ظهر من الدراسة أن أدنى درجة حرارة في أيام موسم حج ١٤٣٢هـ خلال الأيام ٨ ، ٩ ، ١٠ ، ١١ ، ١٢ ذو الحجة تراوحت من ٢٠.٠٥-٢١.٠٥°م بمحطات الدراسة، ومن الملفت للانتباه أن أدنى درجة حرارة خلال الأيام المختلفة تعاقب تسجيلها فيما بين محطتي الشرائع وعرفات، فجاء في يوم ٨ أدنى درجة حرارة بمقدار ٢١.١°م في محطة الشرائع، وفي يوم ٩ جاءت أدنى درجة حرارة في محطة عرفات بمقدار ٢٠.٥١°م وهو يوم وقفة عرفه وهي رحمات من الله عز وجل في يوم الحج ليبدأ اليوم بدرجات حرارة منخفضة ويستمر في هذا الشكل كأدنى درجات حرارة بمدينة مكة المكرمة على الرغم من الازدحام المروري والكثافة البشرية التي لا يوجد لها مثيل في أي منطقة على سطح الكرة الأرضية. ثم يتبدل الوضع في اليوم التالي فسجل بالشرائع أدنى درجة حرارة ثم عرفات في اليوم الذي يليه.
- أسفرت الدراسة عن تكون جزيرة حرارية في أيام ٩، ١٠، ١١، ١٢ ذو الحجة لموسم حج ١٤٣٢هـ تغطي الأحياء المحيطة بالحرم المكي وأحياء النسيم والجامعة والهجرة وبطحاء قريش، وتختلف درجة الحرارة في مركز الجزيرة من يوم لأخر، ففي يوم ٩ بلغت ٢٩.٦°م، وفي يوم ١٠ بلغت ٢٩.٤°م، وفي يومي ١١، ١٢ بلغت ٣٠.٤°م.

## (٦-٢) التوصيات

في ضوء ما خلصت إليه الدراسة من نتائج أمكن استخلاص العديد من التوصيات، وهي:

- تحتاج هذه البقعة الطاهرة العزيزة على كل قلب من قلوب المسلمين (مكة المكرمة والمشاعر المقدسة) إلى العديد من دراسات المناخ التفصيلي والتي تغطي كافة عناصر المناخ حتى يتسنى الاستفادة منها في إعطاء صورة نموذجية لملخص الأحوال الجوية للمنطقة ومدى تأثيرها في راحة وإرهاق الحجاج والمعتمرين والسكان، لذا يوصي الباحث بالتشجيع والاستمرار في الدراسات المناخية التفصيلية على المستويين الرأسي والأفقي لمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة.
- يوصي الباحث بالتوسع في إنشاء شبكة أرصاد جوية تغطي كافة الأنماط التضاريسية وأحياء مكة المكرمة والمشاعر المقدسة على أن يتم تركيب بعض من هذه المحطات فوق قمم جبال الأحدب وثور والعزيزية والنور وكساب والناصرية وخندمة وأبي قبيس وفي أودية العدل والعشر والمقارح وعرنة ومحسر والرصيفة والسلولي بالإضافة إلى بعض المحطات في محيط الحرم المكي (ساحاته) وأحياء الزاهر والششة وكدي.
- يوصي الباحث بعمل نشرة جوية يومية وأسبوعية لمدينة مكة المكرمة والمشاعر المقدسة خاصة في فترات الحج وفي شهر رمضان حتى يتسنى للحجاج والمعتمرين تجنب ظواهر الطقس الطارئة، ويمكن ربط هذه النشرات بلوحات إعلانية كبرى موزعة في ساحات الحرم المكي وبعض مناطق تركز الحجاج.
- ظهر من الدراسة تكون جزر حرارية في العديد من شهور السنة وفي أيام مواسم الحج وتركزت هذه الجزر في المناطق المركزية، لذا يوصي الباحث باستخدام بعض الأساليب التي من شأنها أن تعدل درجة الحرارة نسبياً، وهي:

١. تعديل البيدو الأسطح في مدينة مكة المكرمة وذلك من خلال تحويل واجهات المباني ملحق رقم (١١) إلى خلايا فوتوفولتية لتجميع الأشعة الشمسية وتحويلها إلى طاقة كهربائية كما هو الحال في بعض الدول المستخدمة للطاقة الشمسية، والتي من شأنها أن تعطي عائداً اقتصادياً للوحدات السكنية، وذلك بعد أن تغطي تكاليفها في الفترة

الأولى، ويضاف إلى ذلك أن الخلايا تعمل على تعديل معدلات البيدو الأسطح بامتصاص جزء من الأشعة الشمسية وتحويلها إلى طاقة كهربائية وعكس جزء آخر مما يصاحبه تعديل في درجات حرارة المناطق الواقعة في محيطها.

٢. تحويل مواقف السيارات بعرفات ومناطق حجز السيارات من مناطق مكشوفة إلى مواقف مسقوفة على أن يتم تركيب خلايا فوتوفولتية فوق الأسطح يمكن الاستفادة منها اقتصادياً ولتعديل البيدو الأسطح. وفي هذا الصدد صرح المدير التنفيذي لنظام الطاقة بشركة أرامكو[١] السعودية أن الشركة بدأت في القيام بعدة مشاريع تتعلق بالطاقة الشمسية، إذ قامت بإنشاء أكبر وحدة في العالم لتوليد الطاقة الشمسية على أسطح مواقف السيارات بقدرة ١٠ ميجاواط تستخدم في تزويد (١٣) مجمعاً للمكاتب بالطاقة، كما قامت الشركة بعدة مشاريع أخرى كإنشاء لوحات للطاقة الشمسية في مركز الملك عبد الله للدراسات والبحوث البترولية بقوة (٥) ميجاواط.

٣. إنشاء مظلات على شوارع المشاة فيما بين المشاعر المقدسة والحرم المكي الشريف على أن تكون أسقف هذه المظلات خلايا فوتوفولتية لاستخدام الطاقة الكهربائية في إنارة وتكييف هذه الشوارع واستخدام العائد الاقتصادي منها طوال العام في صيانتها.

٤. البحث عن طرق بديلة لرصف الطرق والمواقف في عرفات لتقليل معدل امتصاص الأشعة الشمسية، وفي هذا الصدد يمكن استخدام مواد أخرى للرصف مثل الجيرانيت بالألوان المغايرة للون الأسود كما حدث في شارع فلسطين بمدينة جدة ملحق (١٢)، ومن فائدة هذه الطريقة أنها تقلل معدل الأشعة الشمسية الممتصة وتعمل على عكس جزء آخر دون الاستفادة منه.

٥. التوسع في تشجير بعض محاور الطرق المختلفة، إذ تعمل هذه الأشجار على تكوين معاملات مساحة ورقية (ظلال) ملحق رقم (١٣)، ويرتبط بتلك الظلال خفض درجات الحرارة بها عن المناطق المعرضة لأشعة الشمس المباشرة، إضافة إلى امتصاص الأشجار لكمية من الإشعاع الشمسي أثناء عملية البناء الضوئي، لهذا يجب التوسع في التشجير في الشوارع الكبرى وفي عرفات.

---

[١]) جريدة الرياض، الاقتصادي، العدد ١٦٢٢٨، ٢٨ نوفمبر/٢٠١٢م.

# قائمة المراجع والمصادر

# قائمة المراجع والمصادر

## (١) المراجع العربية:


١- أحمد على إسماعيل (١٩٦٩) مناخ مدينة أسيوط، المجلة الجغرافية العربية، الجمعية الجغرافية المصرية، العدد الثاني، ص ص ١٠٩-١٣٥.

٢- أمينة عطاالله الرحيلي ( ٢٠٠٥) خصائص المناخ في منطقة مكة المكرمة الإدارية، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا ، كلية العلوم الاجتماعية، جامعة أم القرى.

٣- بدر الدين يوسف أحمد (١٩٩١) مناخ مكة المكرمة، معهد البحوث وإحياء التراث الإسلامي، مركز بحوث العلوم الاجتماعية، جامعة أم القرى

٤- ـــــــــــــ (١٩٩٧) مناخ الطائف، معهد البحوث وإحياء التراث الإسلامي، مركز بحوث العلوم الاجتماعية، جامعة أم القرى.

٥- تركي حبيب الله، جمعة داود، بدر الدين يوسف،مسعد سلامه منـدور (٢٠١١) التقرير النهائي لبرنامج رصد عناصر المناخ في مكة المكرمة والمشاعر المقدسة، معهد خادم الحرمين الشريفين لأبحاث الحج والعمرة.

٦- جهاد محمد قربه (١٩٩٩) نماذج الطقس الجغرافية، دراسة تحليلية للتردد والتتابع في الرياض، الندوة الجغرافية السادسة لأقسام الجغرافيا، بجامعات المملكة العربية السعودية، مارس ١٩٩٩م.

٧- ـــــــــــــ (٢٠٠٧) التباين اليومي للانحرافات الحرارية لمكة المكرمة عن المعدلات الحرارية اليومية بالمملكة العربية السعودية ، مركز دراسات الخليج سلسلة الإصدارات الخاصة، العدد ٢٤، نوفمبر ٢٠٠٧، الكويت.

٨- حسن سيد أحمد أبو العينين ( ١٩٨٥) أصول الجغرافيا المناخية، ط٣، دار النهضة العربية، بيروت.

٩- رقية حسين سعد نجم(١٩٩١) البيئة الطبيعية لمكة المكرمة – دراسة في الجغرافيا الطبيعية لمنطقة الحرم المكي الشريف ، رسالة ماجستير غير منشورة ، قسم الجغرافيا كلية العلوم الاجتماعية ، جامعة أم القرى.

١٠- سناء صالح الحبيشي (٢٠٠٩) التوزيع الجغرافي للخدمات في مخططات مدينة مكة المكرمـــة، رسائل جغرافية وحدة البحث والترجمة، الجمعية الجغرافية الكويتية.

١١- شحاتة سيد أحمد ( ٢٠٠٢) مناخ المدينة المنورة وآثاره الاقتصادية، نادي المدينـــة المنـــورة الأدبي.

١٢- طه محمد جاد (١٩٨٢م) الأمطار في الكويت، مجلة دراسات الخليج العربي والجزيرة العربية ، جامعة الكويت.

١٣- عبد الرحمن صادق الشريف (١٩٧٤) الأحوال المناخية في مدينة الرياض، مجلة كلية الآداب، جامعة الرياض

١٤- عبد العزيز عبدا للطيف يوسف (١٩٩٨) التذبذب الحراري الحديث في الإحساء بشـــرقي المملكة العربية السعودية، المجلة الجغرافية العربية، العدد ٣١، ج١، ص ص ٤١١-٤٣٠.

١٥- عبد العزيز عبد اللطيف يوسف ( ١٩٩٩)، التغير اليومي لأنماط درجة الحـــرارة في مدينـــة القاهرة الكبرى – دراسة في المناخ الحضري، مركز الخدمة للاستشارات البحثية – شـــعبة البحوث الجغرافية ، جامعة المنوفية، العدد ١٥.

١٦- عبدالعزيز عبداللطيف يوسف ( ٢٠٠٠) مناطق الحرارة المثلى في مدينة القـــاهرة، دراســـة جغرافية في المناخ الحضري، المجلة الجغرافية العربية، الجمعية الجغرافية المصرية، العـــدد ٣٦، ج٢، ص ص ٥٩-٩٠.

١٧- عبدالعزيز محمد الحويطان (٢٠٠٤) أحكام الحرم المكي الشريف، بدون ناشر.

١٨- عبدالعزيز طريح شرف (١٩٩٦م) الجغرافيا المناخيـــة والنباتيـــة، دار المعرفـــة الجامعيـــة، الإسكندرية.

١٩- عبدالله صالح الرقيبة (٢٠٠٨م) خدمة النقل العام بالحافلات في الحج عـــبر محـــاور الـــربط الرئيسية بين منى والمسجد الحرام (حج عام ١٤٢٤هـــ) المجلة الجغرافية الخليجية، الجمعيـــة الجغرافية بدول مجلس التعاون لدول الخليج، العدد ٢، يناير ٢٠٠٨م.

٢٠- علي موسى (١٩٨٦) المعجم الجغرافي المناخي، دار الفكر العربي، دمشق.

٢١- فهمي هلال أبو العطا (١٩٧٠) الطقس والمناخ، دراسة في طبيعة الجو وجغرافية المناخ، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية.

٢٢- محمد إبراهيم شرف (١٩٩٦) الحرارة في مدينة الإسكندرية، دراسة في المناخ الحضري، مجلة كلية الآداب، جامعة الإسكندرية، المجلد ٤٤.

٢٣- ـــــــــــــــ (٢٠٠٦) جغرافية المناخ التطبيقي، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية.

٢٤- محمد جمال الدين الفندي (١٩٩٧) الأرصاد الجوية ، مطبعة جامعة القاهرة، القاهرة.

٢٥- محمد عبدالله الصالح (١٩٩٧) التوزيع ألزماني والمكاني للأمطار في الرياض، الجمعية الجغرافية الكويتية، رسائل جغرافية، أبريل ١٩٩٧م.

٢٦- محمد فوزي أحمد عطا (٢٠٠١) التبخر والموازنة المائية في الإحساء بالمملكة العربية السعودية، المجلة الجغرافية العربية، الجمعية الجغرافية المصرية، العدد ٣٨، ج٢، ص ص ٢٦٩-٢٩٤.

٢٧- محمد نجيب عبد العظيم (١٩٩٨) علم المناخ المعاصر، منشأة المعارف، الإسكندرية.

٢٨- معراج نواب مرزا، بدر الدين يوسف أحمد ( ٢٠٠١) أحوال الطقس والمناخ في الشتاء بمكة المكرمة، سلسلة رسائل جغرافية، الجمعية الجغرافية الكويتية، يونيو ٢٠٠١.

٢٩- مسعد سلامة مندور ( ٢٠٠٩) التباين اليومي لدرجة الحرارة في مكة المكرمة – دراسة تحليلية ، الجمعية الجغرافية المصرية ، سلسلة بحوث جغرافية العدد السابع والعشرون.

٣٠- ـــــــــــــــ ( ٢٠٠٧) جغرافيا المناخ والأرصاد الجوية ، مكتبة ريهام، المنصورة.

٣١- منال علي عبد الرحمن (٢٠١٢) الأرضي الفضاء بمدينة مكة المكرمة، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا جامعة أم القرى.

٣٢- ناصر عبد الله الصالح (١٩٩١) المدارس الابتدائية للبنين في مكة المكرمة، دراسة في خصائص التوزيع وأنماطه ، الندوة الجغرافية الرابعة لأقسام الجغرافيا بالمملكة العربية السعودية، قسم الجغرافيا جامعة أم القرى.

٣٣- نعمان شحاده (٢٠٠٩) علم المناخ، دار صفاء للنشر والتوزيع، عمان.

٣٤- ياسر أحمد السيد (٢٠٠٨) الطقس والمناخ بين الميتيورولوجيا والجغرافيا، مكتبة بستان المعرفة، كفر الدوار.

٣٥- يوسف عبدالمجيد فايد (١٩٨٢) مناخ مدينة جدة، مجلة كلية الآداب والعلوم الإنسانية المجلد الثاني، جامعة الملك عبدالعزيز، السعودية.

٣٦- ـــــــــــــــ (٢٠٠٢) جغرافية المناخ والنبات ، دار النهضة العربية.

### (٢) المراجع الأجنبية:

1. Antes,A. (1992)Meteorology , Macmillan Publishing Company , New York .
2. Anbar , O.M. , Masat , A.S., Alamodi ,A.O. ,Makki,A.A. (2008) The Micrometeorological sea so Changes in the Haram area of Makkah City and the feed back of change in the comfort of people ,King Abdulaziz University Research Projects Sponsored by Kacest .
3. Balling,R.C. and Nasrallah,H.A. (1991) The Impact of rapid urbanization on summer weather stress in Kuwait City , Journal of Air d Environment ,Vol.21.
4. Briggs, D.J.,& Others, Mapping Urban Air Pollution Using GIS: a Regression – Based Approach, International Journal of Geographical Information Science, Vol 11, No 7,199,pp.699-718.
5. Chandler, T.J, London`s Urban Climate, Geography Journal, 128, 1962, pp. 279-302.
6. Chiba, A, Seasonal Variation of Air Temperature in Urban Small Green Spaces, Japanese Progress in Climatology, 1995, pp. 91-96.
7. Epperson ,D.L.(1995) Estimating The Urban Bias of surface shelter Temperatures using Upper-Air and Satellite Data ,Part 2,Estimation of the Urban Bias ,Journal of Applied Meteorology ,Vol.34, February1995.
8. Fukukoa,Y. and Take chi ,N. (1980) Urban Climate and Air Quality of Hiroshima City, Japanese Progress in Climatology.
9. Meraj ,N.M. (1979) The Impact of selected physical factors on urban development in Makka - Saudi Arabia, MS, Geography and Geology Department, Eastern Michigan, USA .

### (٣) مصادر البيانات الإحصائية والخرائط:

- الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة ، بيانات مناخ محطة مكة، البيانات منشـورة في الموقـع http://www.pme.gov.sa/candpzasp
- معهد خادم الحرمين الشريفين لأبحاث الحج ، بيانات محطات الرصد الآلي، قسـم البحـوث الصحية والبيئية، بيانات غير منشورة.
- البوابة الإلكترونية للرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة http://weather1.pme.gov.sa/cfo_default.html
- مصلحة الإحصاءات العامة والمعلومات http://www.cdsi.gov.sa/census31
- أطلس المملكة العربية السعودية مقياس ١ : ٥٠٠٠٠ لوحات: مكة المكرمة رقم ٢١-٣٩٢١، وادي فاطمة رقم ٢٤-٣٩٢١، عين شمس رقم ١٢-٣٩٢١، الجموم رقم ١٣-٣٩٢١

# الملاحق

## ملحق رقم (١) تطور أعداد الحجاج للفترة من ١٤١٦-١٤٣٣هـ

| إجمالي الحجاج | الحجاج من الخارج | الحجاج من الداخل | العام |
|---|---|---|---|
| Total | From Outside The Kingdom | From Inside The Kingdom | Year |
| ١,٨٦٥,٢٣٤ | ١,٠٨٠,٤٦٥ | ٧٨٤,٧٦٩ | ١٤١٦هـ |
| ١,٩٤٢,٨٥١ | ١,١٦٨,٥٩١ | ٧٧٤,٢٦٠ | ١٤١٧هـ |
| ١,٨٣٢,١١٤ | ١,١٣٢,٣٤٤ | ٦٩٩,٧٧٠ | ١٤١٨هـ |
| ١,٨٣١,٩٩٨ | ١,٠٥٦,٧٣٠ | ٧٧٥,٢٦٨ | ١٤١٩هـ |
| ١,٨٣٩,١٥٤ | ١,٢٦٧,٥٥٥ | ٥٧١,٥٩٩ | ١٤٢٠هـ |
| ١,٩١٣,٢٦٣ | ١,٣٦٣,٩٩٢ | ٥٤٩,٢٧١ | ١٤٢١هـ |
| ١,٩٤٤,٧٦٠ | ١,٣٥٤,١٨٤ | ٥٩٠,٥٧٦ | ١٤٢٢هـ |
| ٢,٠٤١,١٢٩ | ١,٤٣١,٠١٢ | ٦١٠,١١٧ | ١٤٢٣هـ |
| ٢,٠١٢,٠٧٤ | ١,٤١٩,٧٠٦ | ٥٩٢,٣٦٨ | ١٤٢٤هـ |
| ٢,١٦٤,٤٧٩ | ١,٥٣٤,٧٦٩ | ٦٢٩,٧١٠ | ١٤٢٥هـ |
| ٢,٢٥٨,٠٥٠ | ١,٥٥٧,٤٤٧ | ٧٠٠,٦٠٣ | ١٤٢٦هـ |
| ٢,٣٧٨,٦٣٦ | ١,٦٥٤,٤٠٧ | ٧٢٤,٢٢٩ | ١٤٢٧هـ |
| ٢,٤٥٤,٣٢٥ | ١,٧٠٧,٨١٤ | ٧٤٦,٥١١ | ١٤٢٨هـ |
| ٢,٤٠٨,٨٤٩ | ١,٧٢٩,٨٤١ | ٦٧٩,٠٠٨ | ١٤٢٩هـ |
| ٢,٣١٣,٢٧٨ | ١,٦١٣,٩٦٥ | ٦٩٩,٣١٣ | ١٤٣٠هـ |
| ٢,٧٨٩,٣٩٩ | ١,٧٩٩,٦٠١ | ٩٨٩,٧٩٨ | ١٤٣١هـ |
| ٢,٩٢٧,٧١٧ | ١,٨٢٨,١٩٥ | ١,٠٩٩,٥٢٢ | ١٤٣٢هـ |
| ٣,١٦١,٥٧٣ | ١,٧٥٢,٩٣٢ | ١,٤٠٨,٦٤١ | ١٤٣٣هـ |

المصدر: مصلحة الإحصاءات العامة والمعلومات http://www.cdsi.gov.sa/census

**ملحق رقم (٢) درجات الحرارة وبعض عناصر الطقس الساعية للفترة من ٢٢-٢٥/١١/٢٠١١م**

| اليوم | العنصر | محطة عرفات | | | | | | محطة مكة | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | الساعة | | | | | | الساعة | | | | | |
| | | ٨ | ١٠ | ١٢ | ١٧ | ٢٠ | ٢٢ | ٨ | ١٠ | ١٢ | ١٧ | ٢٠ | ٢٢ |
| ٢٢/١١/٢٠١١م | درجة الحرارة | ٢٠.٧ | ٢٣.٩ | ٢٥.٧ | ٢٧.٣ | ٢٥.٢ | ٢٤.٦ | ٢١.١ | ٢٣.٧ | ٢٦.٤ | ٢٧.٢ | ٢٥.٧ | ٢٥ |
| | الإشعاع الشمسي | ١٠٥٦.٥ | ١٣٩٥.١ | ١٣٩٥.١ | ٤٦.٣ | ٠ | ٠ | ١٩٨.٣ | ٣٦٨ | ١٣٩٥.١ | ٦ | ٠ | ٠ |
| | درجة حرارة التربة | ٢٧.٦ | ٢٧.٥ | ٢٧.٥ | ٢٨.٢ | ٢٨.٣ | ٢٨.٣ | ٣٠.٣ | ٣٠.٢ | ٣٠.١ | ٢٩.٩ | ٣٠ | ٣٠ |
| | سرعة الرياح | ١.٩ | ٢.٤ | ٢ | ٢.٥ | ٠.٧ | ٣ | ٢٠٦ | ٢.٦ | ٢.٢ | ٢٠٤ | ١٠٩ | ٢٠٦ |
| | اتجاه الرياح | ٢١ | ٣٤١ | ٢٩٧ | ٢٧٩ | ١ | ٢٩ | ٢ | ٢٣١ | ٣٥٠ | ٣٦٠ | ٣٤٧ | ٣٣٢ |
| | نقطة الندى | ١١.١ | ١٠.٦ | ٩.١ | ١٠.١ | ٩.١ | ٩ | ١٠.٩ | ١٠.٤ | ٩.٨ | ٩.٦ | ١٠ | ٩.٧ |
| | الرطوبة النسبية | ٥٤ | ٤٣ | ٥٤ | ٣٤ | ٣٦ | ٣٧ | ٢٥ | ٤٣ | ٣٥ | ٣٣ | ٣٧ | ٣٨ |
| | الضغط الجوي | ٩٨٠.٨ | ٩٨١ | ٩٧٩.٧ | ٩٧٧.٧ | ٩٧٧.٣ | ٩٧٩.٩ | ٩٨٠.١ | ٩٨٠.٦ | ٩٧٩ | ٩٧٧.٩ | ٩٧٨.٨ | ٩٧٩.٣ |

المصدر: إعداد الطالب اعتماداً على البيانات الساعية لمحطات معهد خادم الحرمين الشريفين لأبحاث الحج والعمرة والرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة

تابع ملحق رقم (٢)

| اليوم | العنصر | محطة عرفات | | | | | | محطة مكة | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | الساعة | | | | | | الساعة | | | | | |
| | | ٨ | ١٠ | ١٢ | ١٧ | ٢٠ | ٢٢ | ٨ | ١٠ | ١٢ | ١٧ | ٢٠ | ٢٢ |
| ٢٠١١/١١/٢٣م | درجة الحرارة | ٢١.٥ | ٣١.٤ | ٣٢.١ | ٣١.٤ | ٢٥.٧ | ٢١.٧ | ٢١.٩ | ٢٩.٤ | ٣٢.٦ | ٣٢.٣ | ٢٧.٣ | ٢٢.٨ |
| | الإشعاع الشمسي | ٥٦٤.٤ | ١٣٩٥.١ | ١٣٩٥.١ | ١٣٩٥.١ | ٠ | ٠ | ١٦٧.٣ | ١٣٩٥.١ | ١٣٩٥.١ | ١٣٩٥.١ | ٠ | ٠ |
| | درجة حرارة التربة | ٢٧.٤ | ٢٧.٩ | ٢٧.٨ | ٢٧.٩ | ٢٨.٥ | ٢٧.٦ | ٣٠ | ٢٩.٨ | ٢٩.٧ | ٢٩.٧ | ٣٠ | ٣٠.١ |
| | سرعة الرياح | ٤.٤ | ٢.٦ | ٢.٧ | ٢.٦ | ٠.٦ | ٤.٣ | ٢.٧ | ٢.٨ | ١.٤ | ١.٤ | ١.٤ | ٢.٧ |
| | اتجاه الرياح | ٢١ | ٣٥٣ | ٢٣٨ | ٣٥٣ | ١٢٤ | ٢٥ | ١٤٥ | ١٦٥ | ٣٢٥ | ١٣٦ | ٢٧١ | ١٣٠ |
| | نقطة الندى | ٨.١ | ٥.٨ | ٥.٦ | ٥.٨ | ٨.٧ | ٧.٩ | ٩.٥ | ٧.٤ | ٧.٥ | ٧.٢ | ١٠.٥ | ٩.٣ |
| | الرطوبة النسبية | ٤٢ | ٢٠ | ١٩ | ٢٠ | ٣٤ | ٤١ | ٥٤ | ٢٥ | ٢١ | ٢١ | ٣٥ | ٤٢ |
| | الضغط الجوي | ٩٨٠.٢ | ٩٧٥.٦ | ٩٧٥.٢ | ٩٧٥.٦ | ٩٧٧.٤ | ٩٧٩ | ٩٧٩.٧ | ٩٧٨.١ | ٩٧٥.٧ | ٩٧٥.٦ | ٩٧٧ | ٩٧٨.٤ |

تابع ملحق رقم (٢)

| اليوم | العنصر | محطة عرفات | | | | | | محطة مكة | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | الساعة | | | | | | الساعة | | | | | |
| | | ٨ | ١٠ | ١٢ | ١٧ | ٢٠ | ٢٢ | ٨ | ١٠ | ١٢ | ١٧ | ٢٠ | ٢٢ |
| ٢٠١١/١١/٢٤م | درجة الحرارة | ٢٣.٩ | ٢٧.٨ | ٢٩.٧ | ٣٠.٦ | ٢٨.١ | ٢٣.٩ | ٢٦ | ٢٧.٩ | ٢٩.٥ | ٣١ | ٢٨.٥ | ٢٧.٢ |
| | الإشعاع الشمسي | ١٢٦٥.٣ | ١٣٩٥.١ | ١٣٩٥.١ | ١١٣٦.٣ | ٠ | ٠ | ٤٧٣.١ | ٨٢٩.٢ | ١٣٩٥.١ | ١٣٩٥ | ٠ | ٠ |
| | درجة حرارة التربة | ٢٧.٩ | ٢٧.٨ | ٢٧.٩ | ٢٨.٦ | ٢٨.٨ | ٢٨.٥ | ٣٠.٢ | ٣٠.٢ | ٣٠.١ | ٣٠.١ | ٣٠.٢ | ٣٠.٢ |
| | سرعة الرياح | ١.٥ | ٠.٨ | ٢.٣ | ٣.٨ | ٣.٦ | ٠.٧ | ٠.٨ | ٢.٢ | ١.٢ | ٢.٥ | ٣.٣ | ١.٨ |
| | اتجاه الرياح | ٤٢ | ٢٢٩ | ١٩٥ | ٢٤٥ | ٢٨٨ | ٢٥ | ٢٧٥ | ٢٩٨ | ٢٩٣ | ٢٩١ | ٢٩٤ | ١٧٥ |
| | نقطة الندى | ٩.٩ | ٩.٦ | ١١.٨ | ١٣.٤ | ٧.٩ | ٩.٩ | ١٠.٦ | ١١.٥ | ١٢ | ١٢.٤ | ٧.٧ | ١٠.٤ |
| | الرطوبة النسبية | ٤١ | ٣٢ | ٣٣ | ٣٥ | ٢٨ | ٤١ | ٣٨ | ٣٦ | ٣٤ | ٣٢ | ٢٧ | ٣٥ |
| | الضغط الجوي | ٩٧٨.٧ | ٩٧٩ | ٩٧٧.٤ | ٩٧٥.١ | ٩٧٦.٥ | ٩٧٧.٣ | ٩٧٨ | ٩٧٨.٥ | ٩٧٧.٣ | ٩٧٥ | ٩٧٦.١ | ٩٧٦.٦ |

**تابع ملحق رقم (٢)**

| اليوم | العنصر | محطة عرفات | | | | | | محطة مكة | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | الساعة | | | | | | الساعة | | | | | |
| | | ٨ | ١٠ | ١٢ | ١٤ | ١٧ | ٢٢ | ٨ | ١٠ | ١٢ | ١٤ | ١٧ | ٢٢ |
| ٢٠١١/١١/٢٥م | درجة الحرارة | ٢٢.٦ | ٢٦ | ٢٩.٥ | ٣٠.٤ | ٢٩.٦ | ٢٢.٣ | ٢٣.٤ | ٢٥.٨ | ٢٨.٢ | ٢٩.٧ | ٢٩.٨ | ٢٢.١ |
| | الإشعاع الشمسي | ٥٠٩.٥ | ١٣٩٥.١ | ١٣٩٥.١ | ١٣٩٥.١ | ٩٩٥.٦ | ٠ | ٢٩٦.٣ | ٦٠٩.٢ | ١٣٩٥.١ | ١٣٩٥.١ | ١٣٩٥.١ | ٠ |
| | درجة حرارة التربة | ٢٨ | ٢٧.٩ | ٢٧.٩ | ٢٨ | ٢٨.٦ | ٢٨.٢ | ٣٠.٣ | ٣٠.١ | ٣٠.١ | ٣٠ | ٣٠ | ٣٠.٤ |
| | سرعة الرياح | ٢ | ٠.٦ | ٢.٣ | ٢.٤ | ٣.٦ | ٢ | ١.٢ | ١.٨ | ٢.٢ | ١.٥ | ١.٨ | ١.٢ |
| | اتجاه الرياح | ١٤ | ٢٢٢ | ٢٣٤ | ٢٣٤ | ٢٤١ | ٢٥ | ٤٤ | ٢٩٣ | ٢٦١ | ٣٠٣ | ٣١٣ | ٣٣٥ |
| | نقطة الندى | ١٠.٤ | ١٠.٢ | ١١.٦ | ١١.٤ | ١١.٢ | ١٠.٥ | ١٢.١ | ١١.٦ | ١٠ | ١١.٨ | ١١.٤ | ٢٢.٢ |
| | الرطوبة النسبية | ٤٦ | ٣٧ | ٣٣ | ٣١ | ٣٢ | ٤٧ | ٤٩ | ٤١ | ٣٢ | ٣٣ | ٣٢ | ٥١ |
| | الضغط الجوي | ٩٧٨.٩ | ٩٧٩.٥ | ٩٧٧.٨ | ٩٧٦.٥ | ٩٧٥.٧ | ٩٧٧.٩ | ٩٧٨.٢ | ٩٧٩.١ | ٩٧٩.٧ | ٩٧٦.٣ | ٩٧٥.٧ | ٩٧٧.٤ |

## ملحق رقم (٣) عدد السيارات المارة في أيام (٥ ، ١٠ ، ١٤٣٢/١٢/١١هـ)

## ومتوسط درجة الحرارة من الساعة ١٦ على الساعة ٢٠

### أ- يوم ١٤٣٢/١٢/٥هـ

| الموقع | المتجه إلى | | المتجه من | | المجموع | درجة الحرارة |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | سيارات كبيرة | سيارات صغيرة | سيارات كبيرة | سيارات صغيرة | | |
| أجياد بئر بليلة | ١٥٨ | ٣٠٨٣ | ١٠٢ | ٣٣٧٥ | ٦٧١٨ | ٣٠.٧٢ |
| الزاهر أمام المستشفى | ٢٧٩ | ٢٣٠٥ | ٤٣٤ | ٢٩٨٤ | ٦٠٠٢ | ٣١.٧ |
| الشرائع حد الحرم | ٣١٦ | ٢٧٩٢ | ٥٧٦ | ٣١٨٩ | ٦٨٧٣ | * |
| الإسكان مسجد نصير | ٤٢٠ | ٢٢١١ | ٥٠٠ | ٣٣١١ | ٦٤٤٢ | ٣٠.٤ |

### ب-يوم ١٤٣٢/١٢/١٠هـ

| الموقع | المتجه إلى | | المتجه من | | المجموع | درجة الحرارة |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | سيارات كبيرة | سيارات صغيرة | سيارات كبيرة | سيارات صغيرة | | |
| المسفلة | ٣٣٧ | ٤٨١ | ٢٦٥ | ٦٠٢ | ١٦٨٥ | * |
| العوالي البنك الأهلي | ٣١٠ | ١٧٤ | ٢٣١٣ | ٢٥٥٧ | ٥٣٥٤ | ٣٣.١ |
| الشوقية الممشى | ١٢ | ٧٠٢ | ٧ | ٧٢٩ | ١٤٥٠ | ٣١ |
| الشوقية أمسيتي | ٣٦٩ | ٧٨٦ | ١٣١ | ٩٠٦ | ٢١٩٢ | * |

### ج- يوم ١٤٣٢/١٢/١١هـ

| الموقع | المتجه إلى | | المتجه من | | المجموع | درجة الحرارة |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | سيارات كبيرة | سيارات صغيرة | سيارات كبيرة | سيارات صغيرة | | |
| العوالي المذاق التركي | ١٤٨٤ | ٤٨٨٨ | ٩٠٠ | ٤٣١٣ | ١١٥٨٥ | ٣٢.٣ |
| الشوقية ميتسوبيشي | ٣٩٨ | ١٤٠٩ | ١٤٠ | ٩١٧ | ٢٨٦٤ | * |
| بطحاء قريش وطني | ٥١٦ | ٢٤٢٧ | ٦٠٣ | ٢٤٤٢ | ٥٩٨٦ | ١٣.٨ |
| الرصيفة المهاوي | ٢٧٠ | ٤٧٥ | ٢٢١ | ٤٨١ | ١٤٣٥ | ٢١.٢ |

## ملحق رقم (٤) عدد أيام تكرار المتوسطات اليومية لدرجة الحرارة خلال شهور السنة بمحطات العزيزية والليث وعرفات والشرائع

| الشهر | درجة الحرارة أقل من ٢٠°م | | | | من ٢٠- أقل من ٢٥°م | | | | من ٢٥- أقل من ٣٠°م | | | | من ٣٠- أقل من ٣٥°م | | | | من ٣٥- أقل من ٤٠°م | | | | ٤٠°م فأكثر | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | العزيزية | الليث | عرفات | الشرائع | العزيزية | الليث | عرفات | الشرائع | العزيزية | الليث | عرفات | الشرائع | العزيزية | الليث | عرفات | الشرائع | العزيزية | الليث | عرفات | الشرائع | العزيزية | الليث | عرفات | الشرائع |
| يناير | ١٢ | ٨ | ٨ | ٤٩ | ١٦٥ | ١٩١ | ٢٦ | ١٨٤ | ١٣٥ | ٨٤ | ٢٣ | ١٤ | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | ١ |
| فبراير | ٥ | ٢ | ٣ | ١٧ | ٨٧ | ١٠٦ | ٦٣ | ١٣٢ | ١٩٣ | ١٦٧ | ٥٣ | ٧٧ | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| مارس | - | - | - | - | ٢٦ | ٣٦ | ١٩ | ٧١ | ٢١٠ | ٢١٢ | ١٢٨ | ١٧١ | ٦٢ | ١٩ | ١١ | ٥ | - | - | - | - | - | - | - | - |
| ابريل | - | - | - | - | ٣ | ٣ | - | ١٠ | ٦٧ | ٦٧ | ٣٤ | ١١٥ | ٢٢٣ | ١٧١ | ١٤١ | ١٣٢ | ٩ | - | - | - | - | - | - | - |
| مايو | - | - | - | - | - | - | - | - | ٦ | ٧ | ٦ | ١٤ | ١٣٢ | ١٥٧ | ١٢٩ | ١٨٩ | ١٦٨ | ٨٦ | ٨٠ | ٣٥ | ٣ | - | - | - |
| يونيو | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | ١٨ | ٧١ | ٤٠ | ١٥١ | ٢٧٦ | ١٦٨ | ١٤٤ | ٩٨ | ٦ | ١ | ٢ | - |
| يوليو | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | ١٦ | ٧٠ | ٣٠ | ١٦٨ | ٢٨٦ | ١٧٨ | ١٥٥ | ٨٠ | ٨ | - | ١ | - |
| أغسطس | - | - | - | - | - | - | - | ٤ | - | - | - | ٢٧ | ٣٤ | ٩٤ | ٤٨ | ١٨٧ | ٢٧٤ | ١٥٤ | ١٤٨ | ٥٤ | ٢ | - | - | - |
| سبتمبر | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | ١ | - | ٨١ | ١٤٧ | ١١٩ | ٢٢٩ | ٢٢٠ | ٧١ | ٩٤ | ٤١ | - | - | - | - |
| أكتوبر | - | - | - | - | - | - | - | - | ١٨ | ٢٩ | ٣٨ | ٩١ | ٢٥١ | ١٧٤ | ١٤٧ | ١٧٧ | ٣١ | ٤ | ٥ | - | - | - | - | - |
| نوفمبر | - | - | - | - | ٥ | ١٢ | ١٠ | ٤٧ | ١٩٧ | ١٦٣ | ١٢٣ | ١٩١ | ٦٩ | ١٦ | ٨ | ٢ | - | - | - | - | - | - | - | - |
| ديسمبر | ٢ | - | ٣ | ٨ | ٨٠ | ٧٠ | ٦٨ | ١٨٢ | ١٩٧ | ١٤٩ | ١١٦ | ٦٣ | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | ١ | - |

المصدر: إعداد الباحث اعتماداً على المتوسطات اليومية لدرجة الحرارة في المحطات المختلفة، معهد خادم الحرمين الشريفين لأبحاث الحج والعمرة، قسم العلوم الصحية والبيئية، بيانات غير منشورة

**ملحق رقم (٥) المسار اليومي لدرجة الحرارة في محطة العزيزية لموسم حج ١٤٣٢هـ**

| الساعة | يوم ٨ | يوم ٩ | يوم ١٠ | يوم ١١ | يوم ١٢ |
|---|---|---|---|---|---|
| ١ | ٢٥.٨٥ | ٢٧.١٩ | ٢٥.٩٩ | ٢٦.١٤ | ٢٨.٣٨ |
| ٢ | ٢٥.٧٧ | ٢٦.٨٤ | ٢٥.٧ | ٢٥.٩٢ | ٢٨.٢٢ |
| ٣ | ٢٥.٨ | ٢٦.٥٧ | ٢٥.٦٤ | ٢٥.٩٤ | ٢٧.٦٤ |
| ٤ | ٢٥.٧٨ | ٢٦.٠٥ | ٢٥.٤٨ | ٢٦.٣٩ | ٢٧.٣٣ |
| ٥ | ٢٥.٤١ | ٢٦.٠٢ | ٢٥.٤٥ | ٢٧.٩٦ | ٢٧.٠٣ |
| ٦ | ٢٤.٨ | ٢٥.٨١ | ٢٥.٢٢ | ٢٧.٩٣ | ٢٦.٧ |
| ٧ | ٢٤.٦١ | ٢٥.٣٩ | ٢٥.٢٤ | ٢٧.٤٩ | ٢٦.٣٢ |
| ٨ | ٢٥.٥٢ | ٢٧.١٨ | ٢٨.٥٢ | ٢٨.٧٣ | ٢٧.٨٢ |
| ٩ | ٢٦.٨١ | ٢٩.٥٨ | ٢٩.٤٧ | ٣٠.٩٨ | ٣٠.٠٢ |
| ١٠ | ٣٠.٣٥ | ٣١.٢١ | ٣٢.٠٩ | ٣٢.٧٣ | ٣٢.١٩ |
| ١١ | ٣٢.٢٢ | ٣٢.٣٧ | ٣٣.٥٧ | ٣٤.٢٩ | ٣٥ |
| ١٢ | ٣٢.٨٦ | ٣٣.٠٤ | ٣٣.٣٢ | ٣٥.٣٤ | ٣٥.٨٦ |
| ١٣ | ٣٣.٧ | ٣٤.٠٨ | ٣٤.١٦ | ٣٥.٧ | ٣٥.٩٤ |
| ١٤ | ٣٤.٠٥ | ٣٤.٣٧ | ٣٥.٢٥ | ٣٥.٧٨ | ٣٦.٥٤ |
| ١٥ | ٣٤.٤٦ | ٣٤.٦٧ | ٣٥.٤٤ | ٣٥.٧٣ | ٣٦.٨ |
| ١٦ | ٣٤.٢ | ٣٤.٣ | ٣٤.٩٦ | ٣٥.٧٩ | ٣٤.٧١ |
| ١٧ | ٣٣.٤٣ | ٣٣.٤٩ | ٣٣.٨٥ | ٣٤.٦٦ | ٣٣.٠٢ |
| ١٨ | ٣١.١٥ | ٣٢.٠٤ | ٣٢.٣٩ | ٣٢.٥٥ | ٣١.٣٦ |
| ١٩ | ٢٩.٦٥ | ٣١.٢ | ٣٠.٦٧ | ٣١.١٨ | ٣٠.٣٤ |
| ٢٠ | ٢٨.٥٢ | ٣٠.٤٤ | ٢٩.٣٩ | ٣٠.٢٧ | ٢٩.٥٨ |
| ٢١ | ٢٧.٦٦ | ٢٩.٢٨ | ٢٨.٣٤ | ٢٩.٤١ | ٢٩.٢٦ |
| ٢٢ | ٢٧.٣٣ | ٢٧.٤٨ | ٢٧.٥٧ | ٢٨.٥٢ | ٢٨.٩٨ |
| ٢٣ | ٢٧.١٨ | ٢٦.٨٣ | ٢٧.٢٤ | ٢٧.٨٤ | ٢٨.٩٤ |
| ٢٤ | ٢٧.٣٣ | ٢٦.٤٧ | ٢٧.٣٤ | ٢٧.٢٨ | ٢٨.٢١ |
| متوسط اليوم | ٢٨.٩ | ٢٩.٦ | ٢٩.٦ | ٣٠.٦ | ٣٠.٦ |

المصدر: معهد خادم الحرمين الشريفين لأبحاث الحج والعمرة، البيانات الساعية لمحطة العزيزية

بيانات غير منشورة

**ملحق رقم (٦) المسار اليومي لدرجة الحرارة في محطة عرفات لموسم حج ١٤٣٢هـ**

| الساعة | يوم ٨ | يوم ٩ | يوم ١٠ | يوم ١١ | يوم ١٢ |
|---|---|---|---|---|---|
| ١ | ٢٥.٧٢ | ٢٦.٩٣ | ٢٤.٥٩ | ٢٥.٩٣ | ٢٦.٣٢ |
| ٢ | ٢٥.٧٤ | ٢٦.٥٨ | ٢٤.٠٢ | ٢٤.٦١ | ٢٤.٥١ |
| ٣ | ٢٥.٦٦ | ٢٦.٠٩ | ٢٣.٤٨ | ٢٣.١٣ | ٢٣.٢٧ |
| ٤ | ٢٤.٩٥ | ٢٤.٧١ | ٢٣.٠١ | ٢١.٩٦ | ٢٢.٥٢ |
| ٥ | ٢٤.٤٤ | ٢٢.٢٨ | ٢٢.٧١ | ٢١.٧١ | ٢١.٧٣ |
| ٦ | ٢٤.٣٧ | ٢٠.٨٥ | ٢٢.٦٦ | ٢١.٥٢ | ٢١.١٦ |
| ٧ | ٢٣.٤٤ | ٢٠.٥١ | ٢٢.٠٨ | ٢١.٠٥ | ٢١.٢٤ |
| ٨ | ٢٥.٠٩ | ٢٣.٣٩ | ٢٢.٥٨ | ٢٥.٤ | ٢٣.٢ |
| ٩ | ٢٧.٥٦ | ٢٧.٤١ | ٢٥.٥٥ | ٢٨.٣٩ | ٢٧.٧٦ |
| ١٠ | ٣٠.٥٦ | ٢٩.٢١ | ٢٨.٢٤ | ٣١.٠٢ | ٣٠.٨٨ |
| ١١ | ٣٢.٧٩ | ٣١.٧ | ٣١.٠٢ | ٣٣.٣٦ | ٣٢.٨٤ |
| ١٢ | ٣٤.٣١ | ٣٢.٨١ | ٣٣.٤٢ | ٣٤.٥٤ | ٣٣.٨٨ |
| ١٣ | ٣٥.١٩ | ٣٣.٦١ | ٣٤.٥١ | ٣٤.٩٤ | ٣٤.٦ |
| ١٤ | ٣٥.٦٨ | ٣٤.٢٣ | ٣٤.٨٢ | ٣٥.٥٤ | ٣٥.١١ |
| ١٥ | ٣٥.٨١ | ٣٤.٤٣ | ٣٤.٩٩ | ٣٥.٧٤ | ٣٥.٤٥ |
| ١٦ | ٣٥.٨١ | ٣٤.٢٦ | ٣٥.١٧ | ٣٥.٩٢ | ٣٥.٤٢ |
| ١٧ | ٣٤.٧٨ | ٣٢.٨٥ | ٣٤.٤٦ | ٣٥.٤ | ٣٤.٦٦ |
| ١٨ | ٣٢.٩٢ | ٣٠.٤٦ | ٣٢.٩٩ | ٣٣.٣٧ | ٣٣.١ |
| ١٩ | ٣١.٥٤ | ٢٨.٨٤ | ٣١.٢٤ | ٣١.٥٢ | ٣١.٥٢ |
| ٢٠ | ٣٠.٢٧ | ٢٧.٧٧ | ٢٩.٦ | ٣٠.٤٥ | ٣٠.٥٩ |
| ٢١ | ٢٩.١٢ | ٢٦.٩٤ | ٢٧.٨٣ | ٢٨.٧٧ | ٢٨.٧٥ |
| ٢٢ | ٢٨.٢٨ | ٢٦.٣٣ | ٢٦.٩١ | ٢٦.٦١ | ٢٧.٢ |
| ٢٣ | ٢٧.٦٥ | ٢٥.٨١ | ٢٥.٨٤ | ٢٧.٢٧ | ٢٧.٧٨ |
| ٢٤ | ٢٧.١٩ | ٢٥.٢٦ | ٢٥.١١ | ٢٦.١٧ | ٢٧.٤٤ |
| متوسط اليوم | ٢٩.٥ | ٢٨.١ | ٢٨.٢ | ٢٨.٩ | ٢٨.٧ |

المصدر: معهد خادم الحرمين الشريفين لأبحاث الحج والعمرة، البيانات الساعية لمحطة عرفات

بيانات غير منشورة

## ملحق رقم (٧) المسار اليومي لدرجة الحرارة في محطة الليث لموسم حج ١٤٣٢هـ

| الساعة | يوم ٨ | يوم ٩ | يوم ١٠ | يوم ١١ | يوم ١٢ |
|---|---|---|---|---|---|
| ١ | ٢٥.٢٥ | ٢٥.٦٦ | ٢٣.٣٢ | ٢٥.٠٣ | ٢٥.٩٨ |
| ٢ | ٢٤.٧٨ | ٢٥.٠٨ | ٢٣.١٣ | ٢٤.٦٣ | ٢٥.٢٤ |
| ٣ | ٢٤.٦٥ | ٢٤.٩٦ | ٢٢.٥٦ | ٢٣.٨٦ | ٢٤.٨١ |
| ٤ | ٢٤.٥٦ | ٢٤.١٩ | ٢٢.٢٩ | ٢٣.٤٩ | ٢٤.٥٩ |
| ٥ | ٢٤.٤ | ٢٣.٩٥ | ٢٢.١٢ | ٢٢.٤٣ | ٢٣.٨٢ |
| ٦ | ٢٤.١٥ | ٢٤.١٢ | ٢١.٨٨ | ٢١.٩٣ | ٢٢.٤١ |
| ٧ | ٢٤.٤٦ | ٢٤.٦٦ | ٢١.٧٨ | ٢١.٧٣ | ٢٣.٦٩ |
| ٨ | ٢٥.١٧ | ٢٥.٨٧ | ٢٢.٨٧ | ٢٣.٣١ | ٢٥ |
| ٩ | ٢٧.٣٨ | ٢٧.٤٥ | ٢٥.٣٥ | ٢٧.٧٣ | ٢٧.٩ |
| ١٠ | ٣٠.٢٥ | ٢٩.٣ | ٢٨.٣٦ | ٣١.١٣ | ٣٠.٦٢ |
| ١١ | ٣٢.١ | ٣٠.٨٨ | ٣٠.٨٤ | ٣٣.٧١ | ٣٣.٢ |
| ١٢ | ٣٢.٨٩ | ٣١.٩٤ | ٣٣.٨٥ | ٣٥.٣٩ | ٣٣.٩ |
| ١٣ | ٣٤.٣٢ | ٣٣.٢٥ | ٣٤.٨ | ٣٥.٨٤ | ٣٤.٦٧ |
| ١٤ | ٣٥.٢٥ | ٣٤.٠٢ | ٣٥.٢٦ | ٣٥.٩١ | ٣٥.٢٥ |
| ١٥ | ٣٥.٦ | ٣٤.١٣ | ٣٥.٤٦ | ٣٦.١٩ | ٣٥.٤٦ |
| ١٦ | ٣٥.٥٩ | ٣٣.٣٦ | ٣٥.٤١ | ٣٦.١٩ | ٣٥.٣ |
| ١٧ | ٣٤.٩٤ | ٣١.٧٦ | ٣٤.٨٤ | ٣٤.٦٥ | ٣٤.٧٧ |
| ١٨ | ٣٢.٧٨ | ٢٩.٧٢ | ٣٢.٧٩ | ٣٢.٥ | ٣٢.٧١ |
| ١٩ | ٣٠.٧ | ٢٧.٩٣ | ٣٠.٩٦ | ٣٠.٩٣ | ٣١.٣٦ |
| ٢٠ | ٢٩.٣٨ | ٢٦.٧ | ٢٨.٩١ | ٢٩.٩٥ | ٣٠.٤٤ |
| ٢١ | ٢٨.٥٢ | ٢٥.٦٣ | ٢٧.٣٢ | ٢٨.٧٨ | ٢٩.٥٥ |
| ٢٢ | ٢٧.٧٨ | ٢٤.٧٧ | ٢٦.٧٩ | ٢٧.٩٨ | ٢٨.٦٥ |
| ٢٣ | ٢٦.٩٧ | ٢٤.١٧ | ٢٦.٠٥ | ٢٧.٣٧ | ٢٧.٦٤ |
| ٢٤ | ٢٦.٨ | ٢٣.٦٥ | ٢٥.٤٤ | ٢٦.٥٣ | ٢٦.٦٧ |
| متوسط اليوم | ٢٩.١ | ٢٧.٧ | ٢٨ | ٢٩.١ | ٢٩.٣ |

المصدر: معهد خادم الحرمين الشريفين لأبحاث الحج والعمرة، البيانات الساعية لمحطة الليث

بيانات غير منشورة

## ملحق رقم (٨) المسار اليومي لدرجة الحرارة في محطة العابدية لموسم حج ١٤٣٢هـ

| الساعة | يوم ٨ | يوم ٩ | يوم ١٠ | يوم ١١ | يوم ١٢ |
|---|---|---|---|---|---|
| ١ | ٢٦.٣٦ | ٢٧.١١ | ٢٤.٥٨ | ٢٥.٨١ | ٢٦.٥٩ |
| ٢ | ٢٥.٩٣ | ٢٦.٠٤ | ٢٣.٦٣ | ٢٥.١٦ | ٢٥.٩٤ |
| ٣ | ٢٥.٠٣ | ٢٥.٤٦ | ٢٢.٩٩ | ٢٤.٨٨ | ٢٥.٢٧ |
| ٤ | ٢٥.١٣ | ٢٤.٩٣ | ٢٢.٧٣ | ٢٤.٢٥ | ٢٤.٥٨ |
| ٥ | ٢٥.١٩ | ٢٤.٥٦ | ٢٢.٣٩ | ٢٢.٧٧ | ٢٤.٠٧ |
| ٦ | ٢٤.٨٢ | ٢٣.٧١ | ٢١.٨١ | ٢١.٨٦ | ٢٣.٦٢ |
| ٧ | ٢٤.٢٦ | ٢٢.٧٢ | ٢١.٥٢ | ٢٢.٧ | ٢٣.٥٧ |
| ٨ | ٢٥.٥٥ | ٢٤.٠١ | ٢٢.٤ | ٢٥.٦١ | ٢٣.٩١ |
| ٩ | ٢٧.٤١ | ٢٦.٦٥ | ٢٤.٧ | ٢٨.٤٦ | ٢٦.٩١ |
| ١٠ | ٢٩.٩٦ | ٢٨.٧٣ | ٢٧.٤٦ | ٣٠.٩٦ | ٢٩.٩٦ |
| ١١ | ٣٢.٢٩ | ٣١.١٤ | ٣٠.٤٧ | ٣٢.٧ | ٣٢.١٧ |
| ١٢ | ٣٣.٧٤ | ٣٢.١٧ | ٣٢.٧٦ | ٣٣.٦ | ٣٣.٢٧ |
| ١٣ | ٣٤.٥٦ | ٣٢.٦٨ | ٣٣.٣٨ | ٣٤.٤١ | ٣٣.٧٦ |
| ١٤ | ٣٤.٧٧ | ٣٣.٢٧ | ٣٣.٩٦ | ٣٤.٨٦ | ٣٤.٤٩ |
| ١٥ | ٣٥.٠٥ | ٣٣.٥٥ | ٣٤.٣٨ | ٣٥.٠٤ | ٣٤.٧٩ |
| ١٦ | ٣٥.١٥ | ٣٣.٦٨ | ٣٤.٤٦ | ٣٥.٤٣ | ٣٤.٧١ |
| ١٧ | ٣٤.٦ | ٣٢.٤٢ | ٣٤ | ٣٤.٩٣ | ٣٤.٢٨ |
| ١٨ | ٣٣.٥٧ | ٣٠.٥٥ | ٣٢.٩٢ | ٣٣.٤٨ | ٣٣.٢٩ |
| ١٩ | ٣١.٩ | ٢٩.٠٤ | ٣١.٤٤ | ٣١.٧٧ | ٣١.٧٩ |
| ٢٠ | ٣٠.٦٧ | ٢٨.٠٣ | ٣٠.٠٩ | ٣٠.٥٩ | ٣٠.٧٧ |
| ٢١ | ٢٩.٥٣ | ٢٧.٣١ | ٢٨.٩٩ | ٢٩.٨٤ | ٢٩.٨٢ |
| ٢٢ | ٢٨.٦٥ | ٢٦.٩٧ | ٢٨.١٦ | ٢٨.٩ | ٢٩.٠٩ |
| ٢٣ | ٢٨.٠٧ | ٢٦.٠٥ | ٢٧.٢٦ | ٢٨.٢٩ | ٢٨.٤٧ |
| ٢٤ | ٢٧.٤٦ | ٢٥ | ٢٦.٤٥ | ٢٧.٤٥ | ٢٨.٣٩ |
| متوسط اليوم | ٢٩.٥ | ٢٨.١ | ٢٨ | ٢٩.٣ | ٢٩.٣ |

المصدر: معهد خادم الحرمين الشريفين لأبحاث الحج والعمرة، البيانات الساعية لمحطة العابدية

بيانات غير منشورة

**ملحق رقم (٩) المسار اليومي لدرجة الحرارة في محطة النوارية لموسم حج ١٤٣٢هـ**

| الساعة | يوم ٨ | يوم ٩ | يوم ١٠ | يوم ١١ | يوم ١٢ |
|---|---|---|---|---|---|
| ١ | ٢٥.٠٤ | ٢٥.٠٧ | ٢٢.٧٥ | ٢٤.١٧ | ٢٥.٥٨ |
| ٢ | ٢٤.٥٩ | ٢٤.٤٢ | ٢١.٩٩ | ٢٣.٤٨ | ٢٤.٦٢ |
| ٣ | ٢٤ | ٢٣.٦٢ | ٢١.٧٦ | ٢٣.٢٣ | ٢٤.١٩ |
| ٤ | ٢٤.١٣ | ٢٣.٣٧ | ٢١.٣ | ٢٣.١٤ | ٢٣.٧٧ |
| ٥ | ٢٣.٥٣ | ٢٣.٢٤ | ٢٠.٥٧ | ٢٣.٥ | ٢٣.٤٥ |
| ٦ | ٢٣.٨٣ | ٢٢.٩٩ | ٢٠.٤٣ | ٢٦.٥ | ٢٣.٠٧ |
| ٧ | ٢٣.٤٣ | ٢٢.٠٤ | ٢٠.١٧ | ٢٥.٩٩ | ٢٢.٧١ |
| ٨ | ٢٤.٧٤ | ٢٦.١٥ | ٢٢.٤٣ | ٢٦.٦٤ | ٢٤.٨٥ |
| ٩ | ٢٧.٨ | ٢٨.١٦ | ٢٦.٨٦ | ٢٩.٠٢ | ٢٨.٧٦ |
| ١٠ | ٣٠.١٧ | ٢٩.١ | ٢٩.٦٨ | ٣١.٣٦ | ٣١.٧٨ |
| ١١ | ٣١.٧٩ | ٣١.٣٢ | ٣١.٤٣ | ٣٣ | ٣٣.٩٦ |
| ١٢ | ٣٤.٠٩ | ٣٣.٢٧ | ٣٣.٦١ | ٣٤.٨٤ | ٣٤.٨٩ |
| ١٣ | ٣٥.٥٨ | ٣٤.٤٤ | ٣٥.٢٤ | ٣٦.٢٦ | ٣٥.٣٩ |
| ١٤ | ٣٦.٠٣ | ٣٤.٨٩ | ٣٥.٨٢ | ٣٦.٨١ | ٣٥.٦٦ |
| ١٥ | ٣٥.٨٩ | ٣٤.٨٥ | ٣٥.٧٨ | ٣٦.٦٦ | ٣٥.٨١ |
| ١٦ | ٣٥.٦ | ٣٣.٤٣ | ٣٥.٦٢ | ٣٦.٢٣ | ٣٥.٦٢ |
| ١٧ | ٣٤.٥ | ٣١.٧٥ | ٣٥.٢٩ | ٣٥.٦٤ | ٣٥ |
| ١٨ | ٣٢.١٧ | ٢٩.٦٣ | ٣٢.٩٤ | ٣٣.١٦ | ٣٣.٤٢ |
| ١٩ | ٣٠.١ | ٢٨.٠٦ | ٢٩.٦٨ | ٣١.٠٥ | ٣١.٧٨ |
| ٢٠ | ٢٨.٨ | ٢٦.٨٣ | ٢٨.٠٦ | ٢٩.٥٤ | ٣٠.٧٤ |
| ٢١ | ٢٧.٩٧ | ٢٥.٩٢ | ٢٧.١١ | ٢٨.٤١ | ٢٩.٤١ |
| ٢٢ | ٢٧.٣١ | ٢٥.١٤ | ٢٦.٣٦ | ٢٧.٥٣ | ٢٨.٠٤ |
| ٢٣ | ٢٦.٧١ | ٢٤.٣٩ | ٢٥.٦٣ | ٢٦.٩٦ | ٢٧.٤٣ |
| ٢٤ | ٢٥.٥٣ | ٢٣.٧٤ | ٢٤.٩٨ | ٢٥.٨٣ | ٢٦.٧٦ |
| متوسط اليوم | ٢٨.٨ | ٢٧.٧ | ٢٧.٣ | ٢٩.٥ | ٢٩.٤ |

المصدر: معهد خادم الحرمين الشريفين لأبحاث الحج والعمرة، البيانات الساعية لمحطة النوارية بيانات غير منشورة

**ملحق رقم (١٠) المسار اليومي لدرجة الحرارة في محطة الشرائع لموسم حج ١٤٣٢هـ**

| الساعة | يوم ٨ | يوم ٩ | يوم ١٠ | يوم ١١ | يوم ١٢ |
|---|---|---|---|---|---|
| ١ | ٢٣.٥٣ | ٢٣.٦٦ | ٢٢.٠٥ | ٢٢.٢٦ | ٢٣.٦٦ |
| ٢ | ٢٢.٩٧ | ٢٣.٣٢ | ٢١.٤١ | ٢٢.٢٩ | ٢٣.٥٧ |
| ٣ | ٢٢.٣٤ | ٢١.٧٤ | ٢٠.٨٦ | ٢٣.٧٤ | ٢٢.٦٦ |
| ٤ | ٢٢.٣٨ | ٢٠.٩ | ٢٠.٣٥ | ٢٦.٦٥ | ٢٢.٠٦ |
| ٥ | ٢١.٥٩ | ٢٠.٧٨ | ٢٠.١٣ | ٢٦.٠٩ | ٢١.٩٢ |
| ٦ | ٢١.١ | ٢٠.٦٨ | ٢٠.٠٥ | ٢٥.٢١ | ٢٢.٦٦ |
| ٧ | ٢١.٢٤ | ٢١.٦٢ | ٢١.٠٤ | ٢٤.٥ | ٢٤.١١ |
| ٨ | ٢٣.٥٩ | ٢٣.٠٨ | ٢٣.٩٨ | ٢٤.٦٣ | ٢٥.٥٨ |
| ٩ | ٢٧.٣٤ | ٢٥.٦٨ | ٢٥.٣٥ | ٢٥.٩١ | ٢٧.٣٥ |
| ١٠ | ٢٩.٩٩ | ٢٧.٥٣ | ٢٦.٩٩ | ٢٧.٧٥ | ٢٩.٥١ |
| ١١ | ٣١.٤١ | ٢٩.١٣ | ٢٨.٨٤ | ٣٠.٠٣ | ٣١.٦١ |
| ١٢ | ٣١.٧٥ | ٣٠.١٢ | ٣٠.٧١ | ٣١.٨٧ | ٣٢.١٨ |
| ١٣ | ٣٢.٣٩ | ٣٠.٩٩ | ٣٢.٤٣ | ٣٣.٠٢ | ٣٢.٧٤ |
| ١٤ | ٣٣.٣ | ٣١.٦٣ | ٣٢.٩٢ | ٣٣.٥ | ٣٢.٩١ |
| ١٥ | ٣٣.٥٢ | ٣١.٧٣ | ٣٣.٠٩ | ٣٣.٦٣ | ٣٣.١٩ |
| ١٦ | ٣٢.٩٨ | ٣١.٤٧ | ٣٣.٢٣ | ٣٣.٧٤ | ٣٢.٩٩ |
| ١٧ | ٣٢.٤٥ | ٢٩.٨٦ | ٣٢.٨٧ | ٣٣.٤٦ | ٣٢.٦١ |
| ١٨ | ٣٠.٨٥ | ٢٨.٠٦ | ٣١.٦٣ | ٣١.٨٣ | ٣١.٥٧ |
| ١٩ | ٢٨.٧ | ٢٦.٧٣ | ٢٩.٠٦ | ٢٩.٧٣ | ٣٠.٣٩ |
| ٢٠ | ٢٧.٣ | ٢٥.٦١ | ٢٧.٢٥ | ٢٨.١٧ | ٢٩.٢ |
| ٢١ | ٢٦.٤٤ | ٢٤.٩٣ | ٢٥.٩ | ٢٦.٨٨ | ٢٨.٠٩ |
| ٢٢ | ٢٥.٩٦ | ٢٤.٣ | ٢٤.٤١ | ٢٥.٩٤ | ٢٦.٣٥ |
| ٢٣ | ٢٥.٣٩ | ٢٣.٦ | ٢٣.٦٣ | ٢٤.٦٣ | ٢٥.١٩ |
| ٢٤ | ٢٤.٣٢ | ٢٢.٦٧ | ٢٣.١٢ | ٢٤.٢ | ٢٥.٢١ |
| متوسط اليوم | ٢٧.٢ | ٢٥.٨ | ٢٦.٣ | ٢٧.٩ | ٢٧.٨ |

المصدر: معهد خادم الحرمين الشريفين لأبحاث الحج والعمرة، البيانات الساعية لمحطة الشرائع

بيانات غير منشورة

## ملحق رقم (١١) واجهات المباني الزجاجية في مدينة مكة المكرمة

## والخلايا الفوتوفلوطية في واجهات بعض المنشآت العالمية









أحد فنادق مدينة فرانكفورت

## ملحق رقم (١٢) شارع فلسطين بمدينة جدة ويظهر في بالصورة

### استبدال الرصف التقليدي بأحجار الجيرانيت المختلفة



ملحق رقم (١٣) دور الأشجار في تظليل الشوارع

